

## Contribuição à Geologia e à Geocronologia do Terreno Rio Capibaribe (TRC, Província Borborema)

### *Contribution to the Geology and Geochronology of the Rio Capibaribe Terrane (TRC, Borborema Province)*

Benjamim Bley de Brito Neves<sup>1</sup>, Walter Mauricio Sprösser<sup>2</sup>, Liliâne Aparecida Petronilho<sup>2</sup>, Solange Lucena Souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Mineralogia e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo - USP, Rua do Lago 562, CEP 05508-080, São Paulo, SP, BR (bbleyn@usp.br)

<sup>2</sup>Centro de Pesquisas Geocronológicas, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, SP, BR (wmsproes@usp.br; liapp@usp.br; slsouza@usp.br)

Recebido em 30 de julho de 2012; aceito em 08 de março de 2013

#### Resumo

O Terreno Rio Capibaribe (TRC) foi definido ao sul – sudeste da Zona Transversal da Província Borborema (parte SE da Paraíba e parte NE de Pernambuco). Seus limites convencionais são grandes zonas de cisalhamento, a Congo – Cruzeiro do Nordeste (ao norte e noroeste) e o lineamento Pernambuco, ao sul. Esse terreno apresenta embasamento gnáissico-migmatítico do Paleoproterozoico e faixas móveis neoproterozoicas, do Eotoniano e do Criogeniano–Ediacarano. O embasamento desse TRC está recortado por várias intrusivas paleo, mesoproterozoicas (devidamente reestruturadas pelos ciclos mais jovens) e neoproterozoicas, de diferentes natureza e proveniências (ligadas ao desenvolvimento de arcos magmáticos, zonas de cisalhamento etc.), sendo destacáveis aqueles grandes corpos calcioalcalinos, de diferentes grupos composicionais. O TRC era conhecido em escalas pequenas, principalmente nos mapas geológicos dos estados acima mencionados, executados no início deste século. Apesar de várias teses e outros trabalhos científicos de vulto no TRC, ele foi considerado aquele terreno menos privilegiado em termos de dados sobre sua evolução geocronológica, motivos indutores da presente pesquisa. Foram realizadas várias seções geológicas e ampla consulta bibliográfica concomitante à realização de determinações geocronológicas pelos métodos Sm-Nd (ca. 60), Rb-Sr (ca. 50) e U-Pb (ca. 8). Ao mesmo tempo, os autores procuraram acompanhar os mapas 1/100.000 presentemente em execução, ao largo deste terreno (pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, Serviço Geológico do Brasil). Uma síntese interpretativa da evolução geológica e geocronológica será apresentada com a somatória de todos esses dados, válidos na presente instância do conhecimento, na tentativa de aclarar um pouco a complexa e rica evolução crustal desse terreno.

**Palavras-chave:** Província Borborema; Zona Transversal; Embasamento paleoproterozoico; Intrusivas mesoproterozoicas; Supracrustais neoproterozoicas; Ciclo Brasileiro.

#### Abstract

The Rio Capibaribe Terrane (TRC) was first referred for the south – southeast part of the Transversal Zone, central domain of the Borborema Province (minor part SE of Paraíba and NE of Pernambuco states). The attributed conventional boundaries for this terrane are major shear zones, the Congo – Cruzeiro do Nordeste (to the north and northwest) and Pernambuco lineament to the south. This terrane exhibits gneissic-migmatitic basement complexes of Paleoproterozoic age and Neoproterozoic fold belts of the Tonian (“Cariris Velhos” cycle) and the Cryogenian – Ediacaran (“Brasiliiano” cycle). It is cross-cut by many intrusive rock assemblages of the Paleoproterozoic, Mesoproterozoic and Neoproterozoic ages, of different sources and tectonic natures (anorogenic plutonism, plutons related to shear zones, and magmatic arcs etc.), these last ones presenting calc-alkaline rock types of different compositional groups are emphasized. The TRC was known in small scales, mainly in geological maps of the mentioned states, in the beginnings of this century. There are these and other scientific papers of great importance about the geology of parts of this terrane; nevertheless, it was considered the less privileged of all terranes of the Borborema Province, in terms of geochronological evolution data, and this was the motivation for the development of this paper. Many geological sections were carried out *pari passu* to extensive bibliographical research, as well as with the implementation of new geochronological determinations, by different methods, as Mend (ca. 60), Rb-Sr

(ca. 50) and U-Pb (ca. 8, TIMS + LA-ICPMS). During that time, the authors looked to be accounted with the development of new geological mapping (scales 1/100,000) projects, several sheets, along this terrane, that were performed by the CPRM (Brazilian Geological Survey). An interpretative synthesis of the geological and geochronological evolution is being proposed, with the sum and help of all these data, being valid only for the present instance, in order to explain the complex and rich crustal evolution of this terrane.

**Keywords:** Borborema Province; Transversal Zone; Paleoproterozoic basement; Mesoproterozoic intrusive rock units; Neoproterozoic supracrustals; Brasiliano Cycle.

## INTRODUÇÃO

A designação original de sistema (e/ou faixa) de dobramentos Pajeú-Paraíba de Brito Neves (1975, 1983) abrigava toda a parte central e sul oriental da Zona Transversal da Província Borborema. Essa designação ampla foi gradativamente sendo aprimorada e depois desmembrada em três distintos terrenos com os trabalhos de Santos et al. (1996), Ferreira et al. (1997), Santos e Medeiros (1997), Santos e Medeiros (1999), Brito Neves et al. (2000), e daí por diante. Foram discriminados dois terrenos ricos em supracrustais e rochas graníticas neoproterozoicas, o Terreno Alto Pajeú (TAP, ao norte) e o Terreno Rio Capibaribe (TRC, ao sul), separados por um “alto” do embasamento pré-Brasiliano, essencialmente paleoproterozoico – o Terreno Alto Moxotó (TAM). Esse terreno, TAM, é caracterizado pelo predomínio de rochas de alto grau (ortogneisses, migmatitos), pela presença minoritária de rochas supracrustais (paleoproterozoicas e neoproterozoicas) e pela raridade de rochas graníticas (neoproterozoicas), tão usuais por toda a província.

Nos trabalhos acima mencionados, o TRC foi gradativamente discriminado como sendo delimitado entre duas zonas de cisalhamento importantes, a zona de Congo-Cruzeiro do Nordeste, ao norte, caráter sinistral (separando-o do TAM, com direção aproximada de NE-SW para ENE-WSW, e o lineamento Pernambuco, ao sul, de caráter dextral, direção aproximada E-W (separando o TRC do Terreno/Maciço Pernambuco – Alagoas – PEAL), conforme sintetizado na Figura 1. Neste século, a maioria dos trabalhos geológicos e geocronológicos realizados na Zona Transversal deram prosseguimento a esta linha de descrição e entendimento, aí incluídos mapas geológicos na escala de semidetalhe da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM-Serviço Geológico do Brasil) — por exemplo, PLGB, mapas geológicos da Paraíba (2002) e de Pernambuco (2001), e de outras instituições de pesquisa e ensino. Excelente suporte e respaldo a este conceito de terrenos e de seus limites por zonas de cisalhamento adveio de levantamentos geofísicos, como os de Oliveira (2008) e de Medeiros et al. (2011).

É oportuno reiterar aqui que já havia sido consignada a idade neoproterozoica/eotoniana (“Ciclo/Evento Cariris Velhos”, Brito Neves et al., 1995, 2001a, 2001b), Van Schmus et al. (2011) para o TAP s.l. (incluindo o

“Subterreno Riacho Gravatá” – TRG), que fica ao norte do TAM. Igualmente, com essas e outras contribuições, já ficara confirmada a idade paleoproterozoica das rochas do TAM, como “alto” do embasamento entre duas faixas neoproterozoicas, a saber, entre TAP e TRC. A discriminação do TRC, a sul-sudeste da Zona Transversal, foi consequência natural da evolução dos conhecimentos, e onde já preexistiam algumas indicações esparsas de evolução crustal distinta, da parte superior do Neoproterozoico (desde Brito Neves et al., 1978).

Embora nos últimos 20 anos tenha havido grande incremento nos estudos geocronológicos da Província Borborema como um todo, verifica-se que o domínio do TRC esteve incidentalmente à parte desse progresso do conhecimento. Esse foi um dos fatos motivadores da presente pesquisa. Para tanto, foi ponto de partida as sínteses mais completas sobre o terreno, que estão em mapas de escala 1/500.000 dos Estados da Paraíba (Santos et al., 2002) e de Pernambuco (Gomes, 2001, org.), reunindo vários trabalhos anteriores em diferentes escalas. Nesses mapas, a posição tectônica acima descrita — interlineamentos para o TRC — está devidamente explicitada. Ao curso desse último lustro, o TRC está sendo sistematicamente mapeado na escala 1/100.000 consoante vários projetos/folhas (Pesqueira, Santa Cruz do Capibaribe, Surubim, Belo Jardim etc.) do Programa Geologia do Brasil da CPRM-Serviço Geológico do Brasil, muitos deles em convênio com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Esses trabalhos (todos ainda inéditos), tanto quanto possível, foram acompanhados de perto em nossas pesquisas.

Pelos motivos acima, com o advento do Projeto Temático da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) — projeto FAPESP nº 2005/58688-1, este terreno foi selecionado para investigações de ordem geológica geral e geocronológica, na tentativa de aplacar um pouco sua defasagem em relação aos demais terrenos/faixas da província. Nesse sentido, além de várias seções geológicas de campo e revisão em trabalhos de mapeamento geológico e de geocronologia preexistentes, foram realizadas diversas determinações isotópicas pelos métodos Sm-Nd (a maioria, ca. 60), Rb-Sr (ca. 50) e U-Pb (8), parte pela metodologia TIMS, parte em LA-MC-ICP-MS. Essas metodologias estão, todas elas, exemplarmente descritas em vários livros e em outras referências, fato que poupou os autores de uma repetição desnecessária.

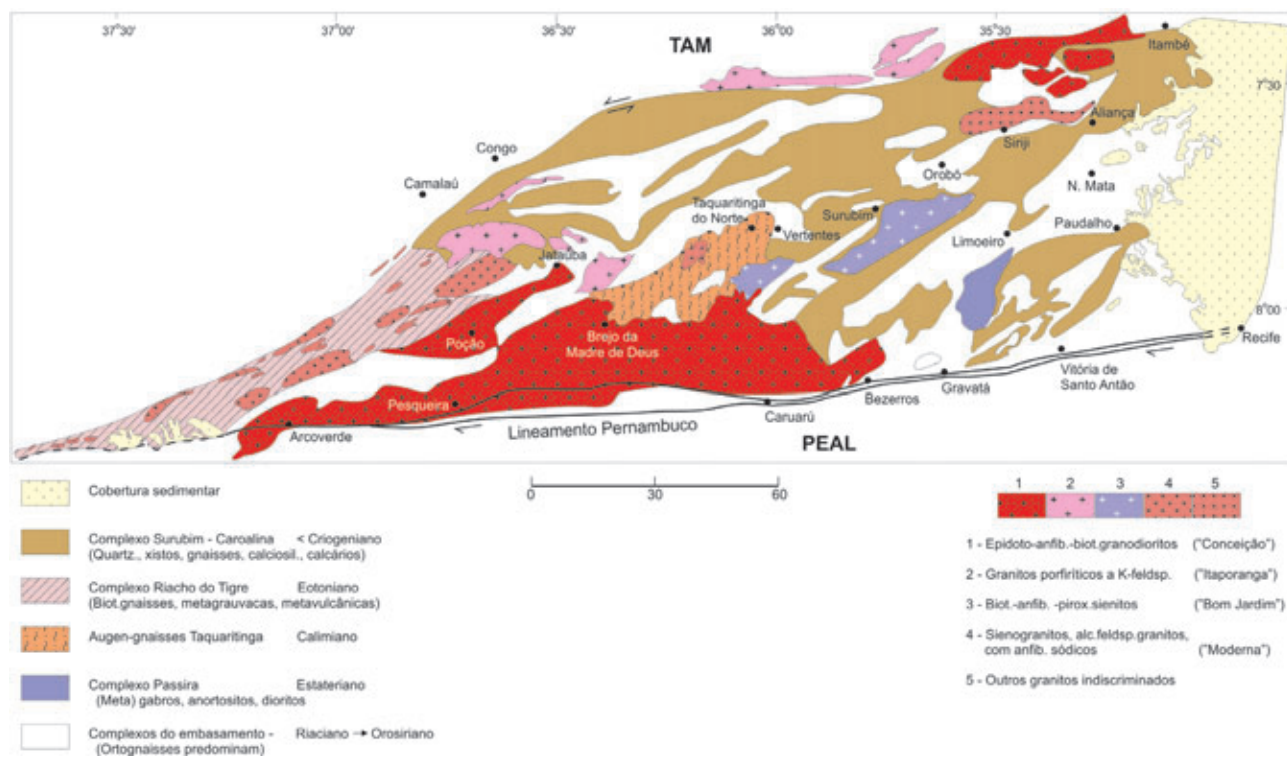
## POSIÇÃO GEOLÓGICO-TECTÔNICA E FISIOGRAFICA

Como ensinado antes, o TRC foi individualizado no sul-sudeste da Zona Transversal da Província Borborema, com uma área praticamente triangular, com vértice em Ibimirim – PE e base entre o sul de João Pessoa (acobertado pela Bacia Sedimentar de Alhandra) e o litoral de Recife (base com cerca de 90 km de norte-sul), somando uma área de cerca de 13.000 km<sup>2</sup>.

Ao norte, o limite convencional é o Lineamento Congo-Cruzeiro do Nordeste (direção geral de NE-SW para E-NE) que o separa do domínio essencialmente paleoproterozoico do TAM (que fica ao norte). Trata-se de uma zona de cisalhamento complexa (sinistral) com muitas ramificações e características locais que carecem de detalhamento. Ao sul, o limite convencional é o Lineamento Pernambuco, zona de cisalhamento dextral, de direção geral E-W, que separa o TRC dos domínios granítico-migmatíticos do maciço PEAL. Essa delimitação e situação geológica – terreno tectonoestratigráfico, sentido de Howell (2000) – tiveram necessário endosso recente em trabalhos de levantamento geofísico, como os de Oliveira (2008) e Medeiros et al. (2011), mas ainda há algumas questões em aberto.

Nas pesquisas em curso, fica claro que os lineamentos acima assinalados podem ser considerados delimitantes informais, a título descritivista deste terreno, hauridos nas fases finais de extrusão e exumação (ediocarana-cambriana) desta zona central (Transversal) da província. Isto porque, tanto ao norte do Congo-Cruzeiro do Nordeste (faixa Caralina) como ao sul do lineamento Pernambuco (Faixa/domínio Rio Una) existem tratos de vulcanossedimentares “assemelhados” àqueles ocorrentes no interior do terreno, e estas relações ainda estão para ser mais bem estudadas, esquematizadas e compreendidas.

Em grande parte, esse terreno constitui substrato da bacia do rio topônimo (o Rio Capibaribe) e ainda de parte das áreas de tributários dos rios Paraíba, Goiana, Ipojuca e Riacho do Mel, em sua maior parte dentro do Estado de Pernambuco. As estruturas desse terreno (sobretudo orientadas NE-SW) abrangem afloramentos das regiões naturais do sertão semiárido (mais a oeste), agreste (grande maioria), zona da mata (longitudinal à costa) e litorânea (nesses dois últimos casos, sempre acobertado por depósitos meso-cenozoicos), que costumam formar amplos tabuleiros (Platô Terciário) e que terminam em escarpas para o lado da planície costeira e das planícies de alguns rios.



TAM: Terreno Alto Moxotó; PEAL: Terreno/Macício Pernambuco – Alagoas.

**Figura 1.** Mapa geológico esquemático do Terreno Rio Capibaribe (TRC), mediante trabalho de compilação de várias folhas 1/100.000 e 1/500.000 (Mapas da Paraíba e de Pernambuco da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM) e levantamentos de campo realizados ao longo do projeto de pesquisa.

Nessa disposição geográfica-geológica, estão representadas feições geomorfológicas diversas do litoral, dos platôs meso-cenozoicos e da Superfície Velhas (muito acidentada), com cotas  $\leq 600$  m, esta bastante dissecada pelo ciclo erosivo atual. Eventualmente, e de forma complementar, há vários remanescentes de superfícies mais antigas e mais elevadas, sendo tais destaques orográficos suportados por rochas graníticas, com alguma cotas pontuais entre 600 e 1.080 m. Essas cotas privilegiadas em plena região do agreste (e.g. Poção-PE, Taquaritinga do Norte-PE, Arcoverde-PE, Ororobá, em Pesqueira-PE, Serra de Jundiá, Aliança-PE etc.) constituem um item especial. Nessas “ilhas” (resíduos da Superfície Sul-Americana), há um incremento considerável da amenidade climática, recursos hídricos (fontes de depressão), solos, vegetação (perenifólia) e de transformações nas atividades socioeconômicas (novas culturas agrícolas, turismo etc.), caracterizando autênticas microrregiões ou “oasis”, os chamados “brejos de altitude” (“áreas de exceção” do agreste) tema de várias pesquisas de geografia e ciências humanas (Lins, 1989; Guimarães et al., 2008, entre outros, como sínteses).

## DO CONTEXTO E DA CONSTITUIÇÃO GEOLÓGICO-GEOTECTÔNICA

Numa primeira apreciação do contexto geológico pré-cambriano do TRC, é justo destacar a riqueza e a variedade de entidades litoestratigráficas e estruturais do embasamento (Paleo, Meso e Neoproterozoico), conforme discriminado a seguir, numa ordenação cronoestratigráfica preliminar. Como já destacado na introdução, e como pode ser visto nas referências bibliográficas, são muitas as contribuições (teses de doutoramento, inclusive) de diversas ordens e fontes no terreno em questão, em parte aqui sumarizadas. A grande maioria de dados disponíveis na bibliografia foi utilizada na elaboração do mapa esquemático do terreno, exposto na Figura 1.

### Arqueano-Paleoproterozoico “Médio” (Riaciano e Orosiriano)

Nenhuma ocorrência de rocha de embasamento atribuível ao Arqueano foi encontrada nesse terreno (como parece ser praxe em toda Zona Transversal, até o momento). Há indicações — advindas dos valores do método Sm-Nd — de protólitos arqueanos (15% do total), mas o predomínio é de protólitos do Paleoproterozoico, em geral (e do Sideriano, inclusive), nas rochas de embasamento. Há algumas raras indicações do método U-Pb para fontes (zircões detriticos) arqueanas na sedimentação das supracrustais neoproterozoicas.

Nesse terreno/faixa considerado como *orogenic belt* (“não vestigial”, de fato), há uma variedade de exposição de terrenos do embasamento paleoproterozoico

(Riaciano → Orosiriano), em parte envolvido na deformação dúctil das supracrustais, em parte funcionando como “altos” (paleogeográficos e/ou estruturais) locais. A quantidade de embasamento exumado, avaliada nas escalas de reconhecimento, é praticamente equivalente àquela dos tratos de supracrustais expostos/preservados, e isso (ao lado das idades do Orosiriano) consigna uma característica praticamente sem similar (até o presente) na Borborema.

A forma de exposição desse embasamento varia bastante, relacionada com dobramentos sobrepostos (zonas anti-formais), associados com zonas de cisalhamento (com componentes transpressionais), com falhas normais etc. Mais raramente, há casos em que esses dobramentos (“altos alongados”, em geral) estão circundados por rochas quartzíticas basais das sequências supracrustais criogenianas-ediacaranas, sugerindo posições pretéritas autóctones ou para-autóctones.

Podem ser destacados ortognaisses calcioalcalinos a biotita e/ou anfibólio (“Complexo Floresta”), ortognaisses bandados, com biotita e/ou anfibólio, com porções migmatíticas, ortognaisses a anfibólios (“Salgadinho”), complexos polimigmatíticos e graníticos (“Pão de Açúcar”), gnaisses peraluminosos com sillimanita e granada (“Complexo Sertânia”), entre outros não denominados. Parte considerável da unidade chamada de “Vertentes” (Mapa de Pernambuco, 2001) — e colocada anteriormente no âmbito do Mesoproterozoico (biotita-gnaisses bandados) — revelou idades paleoproterozoicas.

De sorte que a utilização de designação formal ou informal dessas unidades, cujas idades U-Pb, como será visto, variam de 1,9 a 2,2 Ga, tem sido comum, mas há muitos requisitos da litoestratigrafia para serem cumpridos ainda. A maioria desses complexos (datações auferidas diretamente ou da bibliografia) é do período Riacciano, com alguma indicações locais de tratos do Orosiriano. Nesse último caso, tratam-se de dados bem peculiares (obtidos neste trabalho e antes já mencionados em Sá et al., 2002 e em Pacheco et al., 2006, 2009) e, de certa forma, pouco comuns na Borborema. Em todos os casos, essas unidades carecem de melhor conhecimento geológico geral e isotópico. Na atual escala do conhecimento, não é possível ainda uma discriminação litoestratigráfica confiável.

### Paleoproterozoico Superior (Estateriano) – Mesoproterozoico (Calimiano)

Numa das exposições alongadas (NE-SW) maiores do embasamento (Camaru-Salgadinho-Limoeiro), ao sul do TRC, está exposto um complexo intrusivo máfico-ultramáfico do Estateriano que é o Complexo Anortositico de Passira e granitoides Calimianos, descrito por Accioly (2000) e Accioly et al. (2003). O complexo está exposto em uma área de cerca de 450 km<sup>2</sup> e apresenta forma sigmoidal, auferida por processos cisalhantes de dois



lineamentos subparalelos que o delimitam (Limoeiro, ao noroeste, e Paudalho, a sudeste).

O complexo batolítico é originalmente composto de (meta) anortositos, gabros, gabro-noritos e lentes de rochas ultramáficas com óxidos de Fe-Ti. Esse complexo, cuja idade de cristalização (U-Pb TIMS) foi determinada em  $1718 \pm 20$  Ma (Accioly, 2000), foi intrudido no embasamento (temperaturas de cristalização calculadas ca.  $1.140 - 1.185^\circ\text{C}$ ) e, depois, deformado e recrystalizado em, pelo menos, dois eventos metamórficos; o primeiro, estimado como do final do Mesoproterozoico ( $1100 - 1000$  Ma), foi obtido em metagabros a granada e anfibólio, mas é dado que impede de investigações adicionais. O segundo evento está claramente consignado ao final do Neoproterozoico.

É oportuno lembrar aqui que essa é uma possibilidade de processo deformacional Esteniano-Toniano, deve ser explorada mais a fundo, tendo em vista a presença de unidades litoestruturais do Toniano (Complexo Riacho do Tigre), atribuídas ao ciclo Cariris Velhos (Accioly et al., 2010); além disso, há vários zircões detríticos Eotonianos encontrados em supracrustais do Neoproterozoico do TRC a serem dissertados.

As primeiras ocorrências de granitos calimianos a serem comentadas são aquelas de corpos que se associam e circundam o Complexo Passira (de idade estateriana). Esses ortognaisses graníticos de características originais anorogênicas (localidades de Bengala, Candiais, Passira) foram estudados por Accioly (2001) e datados de 1,68 a 1,58 Ga, apresentando valores de idades modelo  $T_{DM}$  do Paleoproterozoico (2,3 a 2,3 Ga), similares àquelas do embasamento em volta.

A segunda ocorrência de destaque do calimiano no TRC é a de um grande corpo granítico alcalino de caráter aluminoso e com várias características de granitos anorogênicos, tipo A, gerados no interior de massas continentais. Esse granitoide clássico de Taquaritinga do Norte apresenta-se transposto por foliação gnáissica (neoproterozoica, sobreposta) de baixo ângulo e ocupa uma área ca.  $500 \text{ km}^2$ , entre as cidades de Taquaritinga do Norte (ao norte) e a rodovia PE-145 (imediações de Brejo da Madre de Deus, ao sul). O aspecto de campo é de uma rocha granítica porfírica (gigantes cristais de feldspato submetido a intenso cisalhamento, em parte puro).

Os dados geocronológicos (TIMS, U-Pb) em zircão são de boa qualidade e apontam para o augen-gnaiss com idade de cristalização de  $1521 \pm 6$  Ma. As determinações de idade Rb-Sr deram um valor isocrônico pré-Brasiliiano de difícil interpretação ou sem significado de valor, da ordem de 1300 Ma. Os dados Sm/Nd indicaram  $T_{DM}$  do Neoarqueano (ca. 2,5 Ga) e valores de  $\epsilon_{Nd(t)}$  negativos (-8,75 a -10,45), indicando a contaminação crustal do corpo granítico anorogênico original. Os dados geocronológicos

TIMS, U-Pb dos ortognaisses monzodioríticos do embasamento indicaram idade de  $1.974 \pm 32$  Ma (Sá et al., 2002), e constituíram o primeiro registro concreto do Orosiriano no embasamento da província (em seu todo).

Embora seja ocorrência mesoproterozoica rara na Borborema, conforme já sugerido por Sá et al. (2002), rochas similares a essas foram encontradas e descritas por vários autores na Faixa Jaguaribeana, porém com idades mais antigas, do Estateriano. Mais recentemente (trabalhos inéditos da CPRM), nos terrenos a norte e a sul do TRC estão sendo encontradas novas ocorrências similares em composição (félsicas, sobretudo), e idade de *stocks* graníticos e corpos estratoides (Unidades Carnoió e Camalaú, informalmente descritos) têm sido mencionados.

Consoante observado no campo (Sá et al., 2002; Neves et al., 2000; Brasilino et al., 2010), esse corpo batolítico foi transformado inteiramente em augen-gnaisses (foliação  $S_2$  sub-horizontal, transporte para noroeste), desenvolvendo bandamento intenso e até milonitização. Essa unidade litológica apresenta composição geral rica em sílica e em elementos alcalinos, apresentando caráter peraluminoso. Esse corpo encontra-se intrudido em gnaisses bandados e migmatitos do embasamento paleoproterozoico (Orosiriano), sendo recortado por corpos granitoides brasileiros (como Fazenda Nova, Toritama e Santa Cruz do Capibaribe).

O evento de metamorfismo regional mais importante, que afetou todas essas unidades mesoproterozoicas apresentou pico metamórfico em torno de 620 – 630 Ma (métodos U-Pb e Sm-Nd), com desestabilização das fases minerais de alta P/T em cerca de 597 Ma (retrometamorfismo). Esses dados de idade de metamorfismo regional, que atingiu as supracrustais criogenianas-ediacaranas a serem discutidas, mostram grande afinidade com as outras obtidas por vários métodos (Rb/Sr, inclusive) e pela posição no tempo de vários plutons importantes do TRC, como será descrito.

### Neoproterozoico – Eotoniano. “Complexo Riacho do Tigre” - Faixa Móvel do Ciclo Cariris Velhos

Na parte mais norte-ocidental da área triangular do TRC, entre os lineamentos Congo Cruzeiro do Nordeste (ao noroeste) e o batólito de Poção (a sudeste), foi identificada uma unidade metavulcanossedimentar com inserções de *sheets* metagranitoides peraluminosos, de idade Eotoniana (Accioly et al., 2010). Esse contexto peculiar que inicia suas exposições à altura da cidade de Ibimirim cruza a fronteira Pernambuco-Paraíba, mas sua continuidade ao norte do paralelo  $8^\circ 00'S$  ainda não é conhecida. Essa unidade foi mapeada na escala 1/100.000, folha Pesqueira (Accioly e Santos, 2010).

O (informalmente) denominado “Complexo Riacho do Tigre” está representado por uma sequência de

metassedimentos aluminosos, intercalado com unidades vulcânicas e vulcanoclásticas félsicas muito diversificadas, incluindo rochas máficas anfibolitizadas. Biotita-xistos, granada biotita xistos com turmalina, anfibólio-biotita gnaisses e granada biotita gnaisses são identificadas entre as metassedimentares. As rochas vulcânicas e vulcanoclásticas são de granulação muito fina e de natureza intermediária a félsica (composição andesítica, riodacítica e riolítica). As metamáficas estão representadas por anfibolitos de natureza cálcioalcalina a toleítica. O metamorfismo regional foi processado sob condições P-T da facies anfibolito (Accioly et al., 2010).

A estrutura regional (NE-SW) é marcada pela presença de inúmeros lineamentos (Cruzeiro do Nordeste, Riacho do Tigre, Poções etc.), ao longo dos quais foram inseridas várias rochas graníticas (ditas dos tipos “Itaporanga”, “Moderna” etc.).

Os dados isotópicos U-Pb (LA-ICP-MS) em zircões de rochas metavulcânicas indicaram idades quase concordantes, de  $960 \pm 11$  Ma. As determinações  $T_{DM}$  de rochas máficas e intermediárias mostraram valores entre 1,4 e 1,3 Ga, com valores positivos para o  $\epsilon_{Nd(t)}$  (entre 0,9 e 1,9). Para as vulcânicas félsicas, alguns zircões herdados do substrato paleoproterozoico foram detectadas, com valores de  $T_{DM}$  mais elevados (ca. 2,2 Ga) e valores  $\epsilon_{Nd(t)}$  fortemente negativos. A combinação de dados petrológicos e isotópicos, associados com o conhecimento da geologia regional, indicam o “Riacho do Tigre” como formado no Evento Cariris Velhos (Brito Neves et al., 2000; Santos et al., 2010), e muitas das feições geoquímicas preliminarmente encontradas são sugestivas de um ambiente original de arco magmático.

A faixa “Riacho do Tigre” é capítulo importante, mas ainda com muitos problemas em aberto, a serem equacionados na geologia da Zona Transversal. Assim, são indagações prementes sua continuidade para o nordeste, na Paraíba, acima do paralelo  $8^{\circ}00'S$ , e seu relacionamento com as faixas de idades semelhantes mais ao norte (Alto Pajeú, Riacho Gravatá) e bem mais ao sul (Norte da Faixa Sergipana). A propósito, atividade ígnea anorogênica do Neotoniano foi recentemente apontada ao sul, como ortognaisse Serra das Flores (Brito et al., 2011), entre outros (vide unidade “Altinho”, mais adiante, no domínio do PEAL).

### **Neoproterozoico Neotoniano – Magmatismo pós-Cariris Velhos/pré-Brasiliano: ortognaisse Pinhões**

É oportuno fazer aqui o registro da presença de uma ocorrência singular (por enquanto) de ortognaisse pós-Cariris Velhos e pré-Brasiliano, no domínio de toda a Zona Transversal. Trata-se da ocorrência de um granitoide tabular bandado (ca. 15 km de extensão), que foi mapeado

e descrito por Neves et al. (2011). Esse granitoide, cujo registro merece ser feito aqui, está exposto no extremo noroeste da Folha Surubim (pouco sul do paralelo  $7^{\circ}30'S$ ). Esse granitoide tabular mostra relações de rocha intrusiva nos complexos do embasamento paleoproterozoico e forneceu um conjunto muito coerente de zircões (ao todo 27 grãos) apontando idade  $870 \pm 8$  Ma.

Outra unidade assemelhada, com idade de  $851 \pm 8$  Ma, foi encontrada mais ao sul, já no domínio do PEAL: o ortognaisse Altinho (Neves et al., 2011). Algumas outras ocorrências com as mesmas características têm sido identificadas mais ao norte na Zona Transversal (magmatismo “suíte Minador” – Sales et al., 2011), incluindo maior diversidade de tipos petrográficos, mas as determinações geocronológicas ainda não foram concluídas.

Qualquer hipótese agora sobre o significado dessas rochas ígneas do Neotoniano será prematura. Entretanto, é necessário lembrar que, em todos os blocos pré-Brasilianos da plataforma Sul-Americana, desse intervalo de tempo até o início do Criogeniano (intervalo 870 – 750 Ma), têm sido registrados eventos semelhantes, de natureza tafrogenética, apontados como parte dos processos de fissão de Rodínia.

### **Neoproterozoico – Criogeniano/Ediacarano: Faixa Móvel Brasileira, “Complexo Surubim-Caroalina” s. l**

As supracrustais dominantes no TRC constituem em conjunto uma assembleia litoestratigráfica muito próxima daquelas definidas por Condie (1982), como de tipo 1 ou QPC (quartzito-pelito-conglomerado), em praticamente todos os seus requisitos. Predominam micaxistos e paragnaisse aluminosos, granadíferos (nem sempre) com sillimanita, gnaisses ricamente quartzosos, alguns anfibólio-gnaisses, quartzitos, mármore e rochas calciosilicatadas. Algumas poucas ocorrências são registradas de intercalações metavulcânicas félsicas (riolíticas, dacíticas) e máficas (anfibolitos). Localmente, algumas estruturas de prováveis “bombas vulcânicas” foram identificadas (Fazenda Califórnia, sul de Siriji), mas ainda são necessários estudos em escala de detalhe.

Os quartzitos e paragnaisse quartzosos (podem conter sillimanita e biotita) ocupam, algumas vezes, o contorno e as proximidades de altos do embasamento, mas isso não é geral. Algumas dessas bandas quartzíticas chegam a alcançar algumas dezenas de quilômetros, encaixadas em rochas xistosas. As rochas carbonáticas (algumas com a presença de estruturas estromatolíticas) são muito importantes, além de serem base do desenvolvimento econômico de algumas cidades e vilas, de Santa Maria do Cambucá (PE) para o norte, até pouco além da fronteira da Paraíba (até Alcantil). Mas, além desta, há muitas intercalações calciosilicáticas e carbonáticas pequenas, dispersas por toda a faixa.

Como será discutido, os dados obtidos e outros da bibliografia apontam idades de sedimentação anterior acima de 640 Ma para este contexto.

O metamorfismo regional é na facies anfibolito (granada e sillimanita frequentes) e localmente há indicações de processos de migmatização. Não existem dados seguros da idade desse metamorfismo, mas há indicações de valores em torno da passagem Criogeniano-Ediacarano (ca. 630 – 620 Ma), como será discutido, o que é ratificado pela presença de intrusivas de ca. 590 a 616 Ma (algumas com xenólitos dos metamorfitos). A sobreposição de processos metamórficos de menor grau, conduzidos ao longo de falhamentos, é feição comum.

A colocação em epígrafe do “Complexo Surubim–Caroalina” atende às sugestões/propostas vigentes no código de nomenclatura. Uma subdivisão desse contexto amplo é plausível, havendo autores (e.g. Gomes et al., 2001) que propuseram e mapearam (escala 1/500.000) uma separação em dois conjuntos, a saber:

- a) Complexo Vertentes: paragnaisses, biotita xistos, metavulcânicas ácidas e máficas, metavulcanoclástica, rochas calciosilicáticas e, mais raramente, metaultramáficas.
- b) Complexo Surubim: granada-biotita xistos, biotita gnaisses, com as intercalações de quartzitos, calciosilicáticas e mármore. Porém, parte dessas rochas gnáissicas bandados (discriminadas como “Complexo Vertentes”) vieram a apresentar idades paleoproterozoicas ao longo desta pesquisa, para o que já havia algumas indicações, e em alguns trabalhos prévios, de forma que a proposta original de Gomes et al. (2001) ficava comprometida. Esses autores haviam assumido, na edição do Mapa Geológico de Pernambuco, uma idade do Mesoproterozoico — presumida, mas sem dados geocronológicos disponíveis. Assim, na presente circunstância do conhecimento geológico (várias folhas estão sendo mapeadas na escala de semidetalhe) e geocronológico, já há condições de dirimir o problema com a isenção necessária. Ou seja, o proposto “Complexo Vertentes”, pelo menos, em sua maior parte, é do contexto do embasamento paleoproterozoico. Esse tema voltará a ser discutido no trato com as determinações U-Pb.

Como mencionado, em termos de conjunto, o contexto litoestratigráfico amostrado (Surubim–Caroalina) aproxima-se de assembleia tipo ou QPC (Condie, 1982). Essas características — composição litoestratigráfica, espessuras, variações laterais de fácies, vulcanismo restrito etc. — apontam para dois tipos de ambientes tectônicos possíveis: ambientes cratônicos estáveis (metaestáveis) e margens continentais. A exposição frequente do embasamento, os altos manteados por rochas quartzíticas, as intercalações carbonáticas e calciosilicáticas observados já apontavam

para condições marinhas rasas (costas de afogamento). A interposição (a ser comentada) de várias rochas ígneas com algumas características de proveniência de arco magmático, por exemplo, Bom Jardim, Timbaúba, Toritama etc., é considerada como indicador auxiliar para se pensar em condições de desenvolvimento de bacia marinha rasa (plataforma continental afogada) que foi deformada contracionalmente pela subducção — e posterior colisão — associada à formação de um arco continental. A contaminação crustal das rochas graníticas é um fato marcante, que será discutido na análise dos dados isotópicos. A tectônica de extrusão posterior e a exumação foram de grande porte, sendo as responsáveis pelo registro hoje preservado, tanto em forma (a forma final do TRC) quanto em composição do terreno.

A idade do metamorfismo regional não pode ser precisada ainda. Como já discutido anteriormente, as estimativas dos dados geológicos e isotópicos são para valores de idade do Ediacarano inferior (630 – 620 Ma), que serão assumidas, por enquanto, como hipótese de trabalho.

### **Rochas graníticas neoproterozoicas (ediacaranas)**

A bibliografia sobre rochas graníticas da Borborema é muito vasta, e o aprimoramento de seu conhecimento está em fluxo frequente. A grande maioria das rochas graníticas do TRC já foi objeto de estudos específicos (vários autores, várias oportunidades) e de algumas teses (Guimarães, 1989; Neves, 1996; Accioly, 2001), além de outros trabalhos e sínteses (Santos e Medeiros, 1999; Ferreira et al., 2004; Guimarães e Silva Filho, 1998; Guimarães et al., 2004, 2011, entre outros).

Afora os tipos discutidos anteriormente (pré-Ediacarano), ao longo do TRC estão expostos representantes praticamente de todos os clássicos granitos da Província Borborema (Medeiros e Santos, 1999; Brito Neves et al., 2003; Ferreira et al., 2004) e mais um tipo que pode ser considerado especial — casos de Bom Jardim e Toritama.

Da primeira supersuíte calcioalcalina identificada por Medeiros e Santos (1999), destacam-se as grandes porções batolíticas de alto-potássio (Arcoverde-Pesqueira-Poções-Caruaru), formadas por granitos, sienogranitos e quartzomonzonitos porfíricos, com característicos fenocristais de feldspato potássico — o granito dito tipo “Itaporanga”. Nas análises isotópicas, essas rochas demonstraram importantes evidências de contaminação crustal (da crosta paleoproterozoica e mais antiga). No caso específico do corpo de Fazenda Nova, que corta o augen-gnaiss de Taquaritinga, Brito Neves et al. (1978) haviam conseguido uma isócrona Rb-Sr de  $610 \pm 10$  Ma (razão inicial de 0,707), enquanto Guimarães et al. (2004) obtiveram uma concórdia U-Pb de  $588 \pm 12$  Ma.

Dessa suíte, destacam-se ainda os corpos (cerca de cinco corpos) de natureza calcioalcalina das imediações de Timbaúba, constituídos por granodioritos e tonalitos peraluminosos portadores de epidoto primário (dito tipo “Conceição”) e de enclaves quartzodioríticos e dioríticos. Invariavelmente, esses corpos caem no campo “VAG” dos diagramas discriminantes de tectônica de granitoides. Esses corpos foram datados (U/Pb SHRIMP) de  $616 \pm 5$  Ma por Guimarães et al. (2011).

O grande corpo intrusivo de Bom Jardim, da parte central do TRC, foi primeiramente admitido como parte dessa supersuíte (como tipo “Itaporanga”), mas os estudos posteriores (Guimarães, informação verbal), tendo em vista a sua composição predominante de sienitos e monzonitos porfiríticos (a clinopiroxênio e anfibólio, tipologia shoshonítica), sugerem a adoção de tipo especial, similar ao de Toritama. Um diagrama concórdia (U/Pb TIMS) apontou para Bom Jardim (Guimarães e Silva Filho, 1998) uma idade de  $592 \pm 7$  Ma, e uma isócrona Rb/Sr conjunta (Bom Jardim + Toritama) indicou idade de referência de  $585 \pm 38$  Ma (razão inicial 0,707 para a “errorchron” obtida). Interessante acrescentar que os valores de razão  $Rb^{87}/Sr^{86}$  nestas isócronas (na verdade, são “errorchrons”) são muito baixos, inferiores a 1,1, o que vem em detrimento da qualificação das mesmas.

Esses dados geocronológicos preliminares preexistentes apontam para o intervalo de  $\sim 600 (\pm 15)$  Ma como o mais importante do magmatismo granítico regional e, como já mencionado, apresentam relações de rochas intrusivas com as encaixantes. Tais dados estão consonância com aqueles dados Ar/Ar de Neves et al. (2000) de ca. 590 Ma para o resfriamento regional.

Associados e condicionados principalmente com a complexa zona de cisalhamento de Cruzeiro do Nordeste-Congo, ocorre uma dezena de corpos de álcali-feldspato granitos, sienogranitos e quartzos sienitos, portadores de anfibólios sódicos (arfvedsonita, aegirina-augita etc.). Eles apresentam desde formas tabulares pequenas (até 2 km), a grandes maciços alongados (até 30 km), cortando rochas do embasamento em geral (e até as graníticas do tipo Itaporanga). Esse clássico “tipo Moderna” já havia sido discriminado no passado (Medeiros e Santos, 1999) como rochas peralcalinas supersaturadas em sílica. Não existem ainda dados geocronológicos publicados sobre esses granitoides tardios (eles chegam a cortar aqueles do tipo Itaporanga), mas há trabalhos em andamento nesse sentido (Accioly, informação verbal).

## DETERMINAÇÕES Rb/Sr: SÍNTESE DOS DADOS ISOTÓPICOS OBTIDOS

As determinações Rb-Sr foram utilizadas em continuidade a um projeto de pesquisa dos anos 1970 (Brito Neves et al., 1978, inédito) na intenção de usá-las como “batedores” preliminares da evolução crustal. Foram

realizadas determinações em três grupos distintos de rochas (Tabela 1) com este intento, em escalas de reconhecimento: a) rochas graníticas (Figura 2A), supracrustais (Figura 2B) e rochas do embasamento (Figura 2C). A interpretação foi esquematizada por meio de diagramas isocrônicos de referência (“errorchrons”). As limitações desses procedimentos são de conhecimento geral para eventuais leitores, mas devem ser reiteradas aqui pelos autores.

As rochas graníticas mostram para ca. 20 pontos distintos de amostragem, distribuição relativamente boa quando plotadas em diagrama (Figura 2A), com indicação de uma idade ao redor de  $\approx 620$  Ma. Esse valor genérico mostrou-se, até certo ponto, coerente com aqueles do método U-Pb mais recentes, dos corpos de Bom Jardim ( $592 \pm 7$  Ma, Guimarães e Silva Filho, 1998) e de Timbaúba ( $616 \pm 5$  Ma, Guimarães et al., 2004). É justo assinalar no diagrama que os valores da razão  $Rb^{87}/Sr^{86}$  são bem mais variados (espalhados de 1,0 a 5,1) do que aqueles obtidos nos corpos de tendência shoshonítica (Toritama e Bom Jardim) acima relatados.

Para o amplo cotejo de supracrustais (foram amostrados, de preferência, paragneisses aluminosos – “Complexo Surubim-Carolina”), o diagrama isocrônico mostra-se longe do ideal (Figura 2B). Porém, dentro de um quadro de grande variedade de fontes e de litologias amostradas, isso pode ser compreendido com as ressalvas necessárias. Diante dessa notória diversidade dos tipos amostrados, estabelecer uma razão inicial é tarefa desaconselhável e de risco. O “espalhamento” dos pontos pode ser compreendido e interpretado na sua forma geral, sem o exercício usual da reta de regressão. Experimentalmente, optamos por traçar duas retas paralelas, com razões iniciais ( $Sr^{87}/Sr^{86}$ ) diferentes, com valores 0,710 e 0,713, hipotéticos. Verificamos que a maioria dos pontos ( $n = 15$ ) ajusta-se razoavelmente a essa “área” interlinhas, o que permite inferir idades em torno de  $\approx 630$  Ma. Valor de idade dessa ordem (que permite aludir a etapa de metamorfismo regional), como veremos, virá a ser ratificado com a utilização das análises U-Pb (a serem dissertadas).

Os erros e riscos envolvidos nesta interpretação e nesta indicação pretensiosa de valores numéricos de idade do metamorfismo são muitos. Outros métodos de análise são necessários. A distinção desta idade ( $\approx 630$  Ma) daquela indicada para as rochas graníticas acima discutidas ( $\approx 620$  Ma) não pode ser considerada um fato geológico real, mas uma indicação a ser perquirida, com metodologias de maior poder resolutivo. De já, fica a sugestão/indicação de que, entre o metamorfismo regional ( fácies anfibolito) e a penetração dos granitos, deve ter decorrido um curto intervalo de tempo (escala de alguns milhões de anos, ca. 10 Ma). E isso virá a ser demonstrado com o uso de outros métodos (LA-ICP-MS).



**Tabela 1.** Dados analíticos das determinações Rb/Sr.

SPR	Nº campo	Rocha	Coordenadas	Localidade	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Erro	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Erro
2510	PEAL-1	Granito	0098469-825149	E Fazenda Nova 17 m	179,1	290,6	1,786	0,051	0,7220	0,00070
2511	PEAL-2	Granito	9104478-601353	E Fazenda Nova 13 km	208,8	180,3	3,361	0,095	0,7362	0,00050
2512	PEAL-3	Granito	9099316-599147	E Fazenda Nova 10,5 km	190,7	154,2	3,590	0,102	0,7394	0,00120
2513	PEAL-4	Granito	9095694-815715	E Fazenda Nova 8 km	152,8	752,6	0,588	0,017	0,7125	0,00100
2514	PEAL-5	Granodiorito	9045720-812039	E Fazenda Nova 4 km	122,0	620,3	0,569	0,016	0,7104	0,00180
2176	SPP G 11	Granodiorito	9173000-242000	NW Timbaúba	119,3	761,8	0,453	0,013	0,7108	0,00150
5746	AC547	Granodiorito	9091691-775390	Serra Imbé	69,3	3664,6	0,055	0,000	0,70513	0,00005
5747	AC461	Granito	907404-740009	S Cimbres	298,2	173,2	5,007	0,047	0,754725	0,00007
5750	AC462	Granito	9074956-739320	S Cimbres	273,3	171,8	4,625	0,058	0,7511604	0,00008
5748	AC182	Granito	9089807-751158	S Poção	166,8	386,6	1,250	0,001	0,720473	0,00007
5749	AC195	Granito	9087321-768769	N Mutuca	362,2	487,2	2,156	0,009	0,72969	0,00005
15560	AC18A	Granodiorito gnaiss	9085182-753848	Pedreira Pão de Açúcar	159,1	461,0	1,000	0,021	0,718318	0,00007
15561	AC18B	Granodiorito gnaiss	“	“	126,0	636,1	0,574	0,003	0,713804	0,00005
15562	AC18C	Granodiorito gnaiss	“	“	148,9	633,0	0,681	0,009	0,713969	0,000021
15563	AC18D	Granodiorito gnaiss	“	“	69,1	491,6	0,407	0,010	0,712504	0,00007
15564	AC18F	Granodiorito gnaiss	“	“	86,6	349,6	0,718	0,011	0,717592	0,00006
15565	AC18G	Ortognaisse bandado	“	“	228,1	616,7	1,071	0,012	0,716556	0,00005
15566	AC18H	Ortognaisse bandado	“	“	188,8	602,2	0,908	0,018	0,715867	0,00007
15567	AC18I	Ortognaisse bandado	“	“	114,7	592,1	0,561	0,009	0,713311	0,00008
15568	AC18J	Ortognaisse bandado	9085182-753848	Pedreira Pão de Açúcar	185,2	470,5	1,140	0,002	0,718253	0,00007
2273	SPP A 10	Biotita xisto	9152000-207000	N Umbuzeiro	125,0	152,5	2,38	0,005	0,7284	0,00130
2275	SPP A 15	Gnaiss laminado	9131500-237000	E Limoeiro	87,8	141,4	1,80	0,004	0,7250	0,00210
2276	SPP A 16	Granito-gnaiss	9132500-237000	E Limoeiro	120,7	96,4	3,67	0,007	0,7408	
6561	RC-40	Gnaiss	9114116-248748	W Chã Alegria	39,0	642,0	0,176	0,001	0,71275	0,000070
6562	RC-41	Ortognaisse	9116300-246159	“	101,6	1037,7	0,283	0,0001	0,709814	0,000057
6563	RC-42	Muscovita gnaiss	9122970-235047	3 km Fazenda Nova	129,5	193,9	1,937	0,006	0,72789	0,00007
6564	RC-43	Quartzo xisto	9135708-220388	N Mendes	102,0	187,2	1,580	0,023	0,72625	0,000057
6665	RC-44	Metagrauvaca	9131632-197597	E Surubim	99,4	175,1	1,6467	0,018	0,72588	0,000060
16285	RC-45	Metagrauvaca	9131300-199164	E Surubim	125,4	224,6	1,618	0,016	0,72516	0,000081
6569	RC-48	Metagrauvaca	9138988-204137	Lagoa Porcos	139,4	212,1	1,9062	0,041	0,72746	0,000095
6570	RC-49	Gnaiss	9141720-213394	S Orobó	65,9	613,1	0,311	0,001	0,71555	0,000073
6571	RC-50	Gnaiss	9142220-213611	S Orobó	9,8	248,8	0,114	0,0001	0,704586	0,000069
6572	RC51/ RC10	Gnaiss granodiorítico	9148336-215640	E Orobó	85,3	373,1	0,662	0,002	0,71189	0,000062
6573	RC-52	Biotita gnaiss	9129732-184266	João Carlos	169,0	564,9	0,867	0,006	0,71738	0,000026
6574	RC-53	Xisto migmatizado	9139190-192921	Marinheiro	98,9	642,7	0,445	0,004	0,70969	0,000032
6576	RC-55	Micaxisto	9140790-183095	Embebedado	207,3	607,5	0,9884	0,0127	0,716537	0,000048
6577	RC-56	Micaxisto	9141086-181664	H. Queiroz	66,1	136,2	1,4058	0,0120	0,72505	0,000044
3388	RC-Mx-VL	Metagrauvaca	9138783-186345	Vertente Lério	89,6	155,8	1,667	0,0090	0,728975	0,000096

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

SPR	Nº campo	Rocha	Coordenadas	Localidade	Rb (ppm)	Sr ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Erro	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Erro
2030	PEAL-55	Gnaiss migmatítico	9145000-255000	Nazaré da Mata	66,7	223,6	0,865	0,024	0,7298	0,00040
2031	PEAL-56	Granodiorito	9147000-259000	Vargem Grande	56,1	335,6	0,484	0,014	0,71850	0,00070
2231	SPP C 9	Gnaiss	9150000-210050	Umbuzeiro-PB	115,8	230,5	1,458	0,031	0,7359	0,00070
2232	SPP C 11	Gnaiss	"	Umbuzeiro-PB	84,9	259,0	0,951	0,027	0,7324	0,00140
2233	SPP C 12	Gnaiss	"	"	118,5	279,7	1,230	0,035	0,7372	0,00110
2234	SPP C 13	Migmatito	"	"	55,9	255,4	0,635	0,018	0,7272	0,00080
2235	SPP C 14	Migmatito	9150000-259000	Umbuzeiro-PB	169,1	181,6	2,713	0,077	0,7751	0,00070
2236	SPP C 18	Gnaiss	9310000-235000	E Limoeiro-PE	86,4	336,7	0,744	0,021	0,72280	0,00110
2270	SPP A 3	Augengnaiss	9164000-194000	S Aroeiras-PB	94,6	416,0	0,659	0,019	0,72170	0,0019
2271	SPP A 6	Gnaiss laminado	9158000-199000	S Aroeiras-PB	122,7	406,2	0,876	0,025	0,72990	0,0017
2272	SPP A 7	Migmatito	9158000-199000	S Aroeiras-PB	123,3	446,4	0,801	0,023	0,72750	0,015
6562	RC-41M	Ortognaiss	9116300-246159	W Lagoa Itaenga	101,6	1037,7	0,283	0,001	0,70981	0,000057
6567	RC-46	Gnaiss	9140186-211303	Salobro	106,8	378,9	0,817	0,008	0,72801	0,000048
6568	RC-47	Gnaiss	9138772-208663	Ribeirão Seco	60,5	1066,5	0,0847	0,001	0,70602	0,000080
6575	RC-54	Gnaiss	9134240-189259	S Vertente Lério	30,4	195,9	0,4488	0,124	0,70967	0,000035
6578	RC-57	Gnaiss	9135788-183308	2 km Cambucá	61,1	473,0	0,374	0,004	0,71689	0,000035
6769	RC-60	Ortognaiss	9143292-212449	Orobó	72,5	657,9	0,319	0,004	0,70968	0,000064
6977	RC 65A	Ortognaiss	9153832--247696	E Vicência	83,8	1044,2	0,232	0,0001	0,711423	0,000062
6978	RC 65B	Ortognaiss	"	E Vicência	114,9	824,0	0,404	0,005	0,713422	0,000070
6979	RC 66	Gnaiss milonítico	9153638-236892	Bar do Trevo	67,4	1313,8	0,149	0,0001	0,708367	0,000055
6980	RC 67	Gnaiss laminado	9153544-236514	E Murupé	91,0	1212,6	0,217	0,001	0,709916	0,000058
6981	RC 68	Gnaiss laminado	9153274-231747	W Murupé	30,8	1111,5	0,080	0,001	0,704800	0,000075
6982	RC 69GN	Gnaiss laminado	9149962-227365	S Siriji	64,3	932,0	0,200	0,001	0,708695	0,000054
6983	RC-69mg,	Provável xenólito	"	"	64,2	747,8	0,249	0,001	0,711118	0,000077
6984	RC 70	Ortognaiss	9098534-221732	8 km S Gravatá	120,1	132,9	2,622	0,020	0,733830	0,000053
6985	RC 71	Gnaiss migmatítico	9100208-221429	10 km S Gravatá	314,3	107,1	8,588	0,063	0,81999	0,000063
6986	RC 72	Gnaiss migmatítico	9103900-222146	13 km S Gravatá	113,7	362,2	0,910	0,007	0,724880	0,000048

SPR: número do laboratório.

Para as rochas do embasamento, o número de amostras coletadas foi pequeno e pouco representativo da variedade de tipos de substrato. Na Figura 2C, verifica-se que a maioria dos pontos amostrados está muito próxima à origem do diagrama (valores de Rb<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup> abaixo de 0,4, o que foi motivo de termos feito uma coleta menor de amostras). Não é possível pensar em calcular idades e nem traçar uma isócrona de referência com a mínima margem de segurança desejável. Nessa figura, traçamos duas retas de referência, a T<sub>1</sub> ≈ 630 Ma (obtida nos dados do metamorfismo regional das supracrustais) e T<sub>2</sub> ≈ 2.050 Ma (passagem Riachão-Orosiriano, dados obtidos com o método U-Pb, a serem discutidos). A interpretação mais elementar é de que as rochas do embasamento são bastante distintas composicionalmente e, em geral, pobres em Rb (razão inicial da maioria abaixo da unidade), e que essas rochas foram submetidas a rejuvenescimento isotópico (redistribuição do Sr<sup>87</sup>) muito forte, parcial e desigual, durante os eventos ígneos e metamórficos do Brasileiro

(quando menos). Tal hipótese de trabalho foi antecipada nos itens introdutórios, posto que a observação de campo aponta que essas rochas dos complexos do embasamento foram envolvidas francamente na evolução termotectônica do Ciclo Brasileiro. O espalhamento dos pontos entre as retas de referência traçadas apontam para essa interpretação. Caso tenha havido algum outro retrabalhamento prévio, pelo Ciclo Cariris Velhos, ele não está indicado sequer.

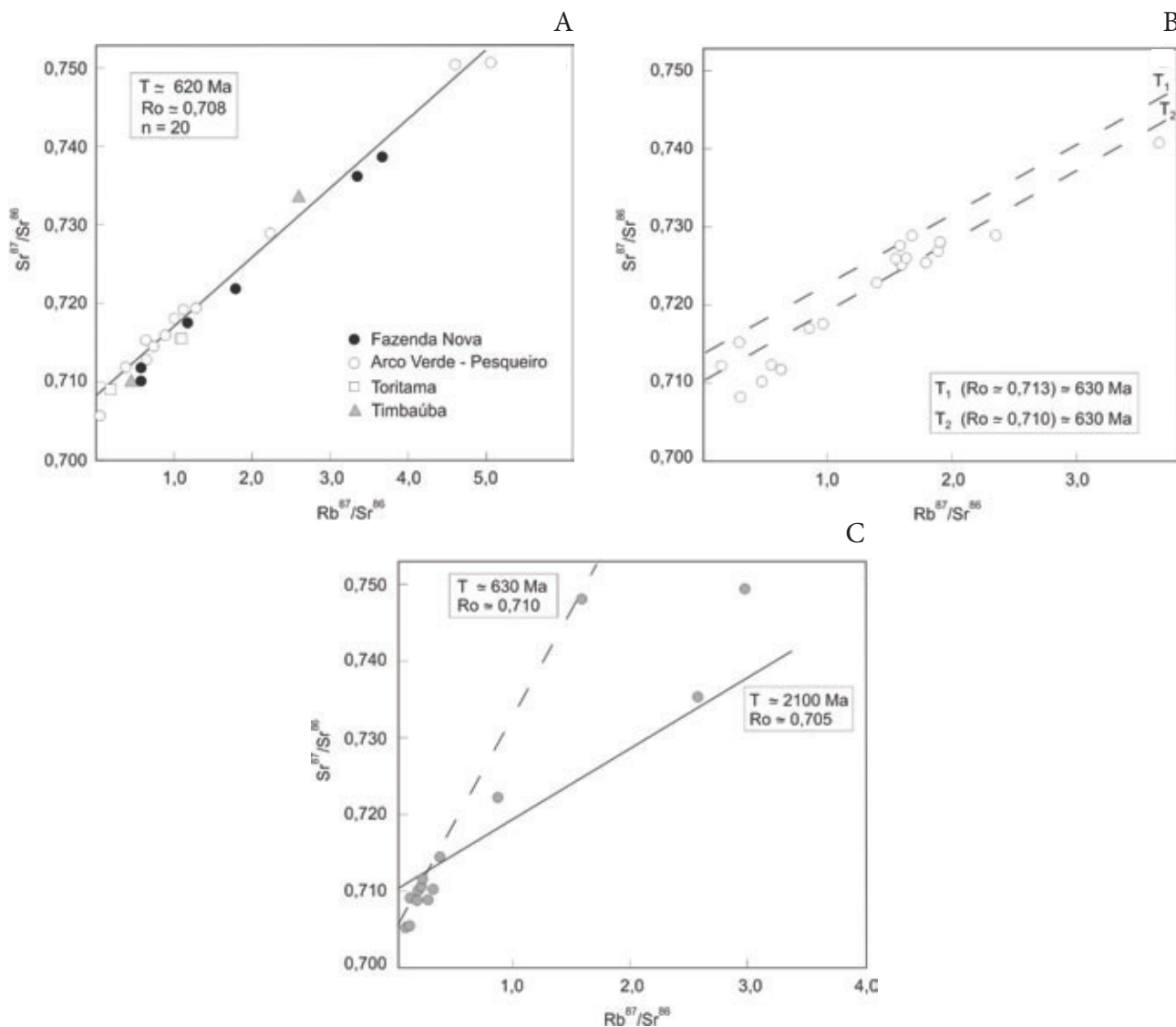
## DETERMINAÇÕES Sm-Nd

Para as determinações Sm-Nd (em rocha total), foi pesquisado quadro bem mais amplo de amostragem (ca. 60 amostras) dos três grandes grupos de rochas de interesse: embasamento (complexos diversos não discriminados), rochas graníticas e supracrustais.

a) As rochas do embasamento (Tabela 2, Figura 3A), quando interpretadas em diagrama de evolução isotópica do

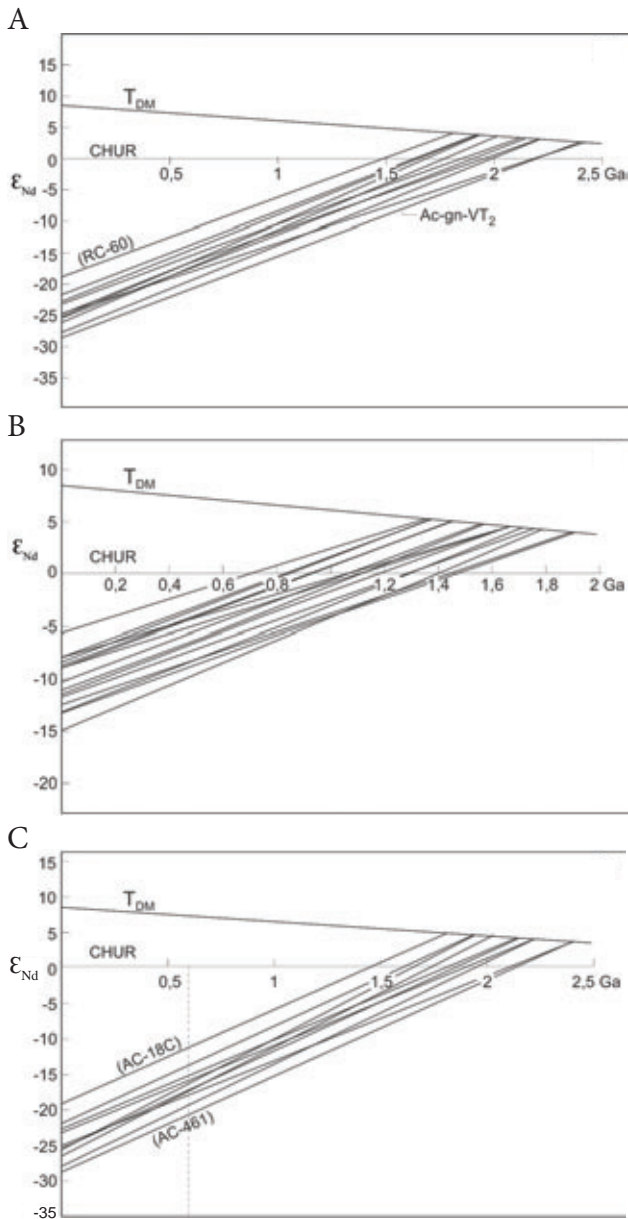
Nd, exibem em conjunto um comportamento coerente e relativamente similar, com poucas observações adicionais. Em geral, as idades  $T_{DM}$  variam de 2,2 Ga (RC-60, RC-66, em destaque acima do feixe de retas), com extremo de 3,0 Ga (ACgn-VT<sub>2</sub> em destaque abaixo do feixe de retas). A grande maioria de valores fica entre 2,2 e 2,6 Ga, ensejando a indicação de protólitos arqueanos (maioria absoluta) e paleoproterozoicos. No tocante aos valores de  $\epsilon_{Nd(t)}$ , a maioria dos valores é fortemente

negativa, abaixo do valor (-20,0). A exceção é o RC-60 (valor  $\epsilon_{Nd(zero)} = -16,31$ , idade U-Pb  $2162 \pm 6$  Ma). Quando se observam os valores de  $\epsilon_{Nd(t)}$  para o tempo 2050 Ma (passagem Riachão-Orosiriano, escolhida diante dos resultados U-Pb acima obtidos), os valores de  $\epsilon_{Nd}$  são fracamente negativos ( $\geq -3,8$ ), com uma única exceção (Agn VT<sub>2</sub>, valor de -5,84). Há registro inclusive de dois casos (RC-60, em Orobó e RC-66, leste de Vicência) com valores positivos (+ 1,79 e +1,78,



T: idade; Ro: razão inicial.

**Figura 2.** (A) Diagrama enfileirando as determinações Rb-Sr de diversas rochas graníticas do Terreno Rio Capibaribe (TRC) (Tabela 1). A reta de 620 Ma (“errorchron”) foi traçada para simples referência, mas indica a tendência de idades para parte inferior do Ediacarano (fato confirmado por dados subsequentes); (B) Diagrama das determinações Rb-Sr nas rochas supracrustais do Complexo Surubim-Carolina e equivalentes, mostrando amplo espalhamento de dados (Tabela 1). Esse espalhamento é considerado como diversidade de fontes (ver discussão no texto); (C) Diagrama das determinações Rb-Sr em algumas das exposições das rochas gnáissicas e migmatíticas do embasamento (Tabela 1) do TRC. Como os valores de razão  $Rb^{87}/Sr^{86}$  obtidos são muito baixos ( $< 0,5$ ) em geral, a interpretação desses dados é inadequada. Vide opção escolhida na discussão do texto.



CHUR: Chondritic Uniform Reservoir (reservatório condritico uniforme).

**Figura 3.** (A) Diagrama de evolução isotópica do Nd para as diferentes rochas do embasamento do Terreno Rio Capibaribe (TRC) (Tabela 2). Destaque para a coerência e paralelismos das retas obtidas (ver discussão no texto); (B) Diagrama de evolução isotópica do Nd para as rochas supracrustais (Complexo Surubim-Caroalina e equivalentes) do TRC. Os valores de idades modelo ( $T_{DM}$ ) (Tabela 3) são bastante variáveis (paleo a mesoproterozoicos, em geral) – ver discussão no texto; (C) Diagrama de evolução isotópica do Nd para as diferentes rochas graníticas (Tabela 3). Destaque na tabela para os valores negativos elevados dos  $\epsilon_{Nd(600)}$  (-11 a -21, marcados pela linha tracejada vertical) e para a semelhança com aqueles valores obtidos do embasamento (Tabela 4, Figura 3A) – ver discussão no texto.

respectivamente). Esses dados analíticos estão expostos na Tabela 2. Os resultados obtidos admitem a hipótese de que grande parte desses ortognaisses tenha sido originada com participação importante de fontes juvenis (arcos magmáticos?) e/ou de pouca contaminação crustal na parte média do Paleoproterozoico. Ou, em outras palavras, essas rochas tiveram pequena residência crustal pré-Riaciano.

- b) Para as rochas supracrustais amostradas (Tabela 3, Figura 3B), constata-se igualmente panorama bastante coerente, com valores de idade  $T_{DM}$ , quase na sua totalidade, no âmbito do Mesoproterozoico (entre 1,4 e 1,9 Ga), além de valores de  $\epsilon_{Nd(zero)}$  moderadamente negativos, entre -5,7 (RC-23) e -14,9 (RC-Mx-VL) para o tempo atual. Para o tempo de referência 600 Ma (estimado a partir das determinações Rb/Sr e U/Pb) do auge do Ciclo Brasileiro, os valores obtidos para  $\epsilon_{Nd(600)}$  obtidos são bastante variáveis. Foram obtidos (como exposto na Tabela 3) desde valores fracamente negativos (-0,98, amostra coletada nos xistos do Rio Cruangi, RC-23), alguns valores moderada a fortemente negativos, com o valor negativo máximo de -8,6 (RC-56, uma intercalação xistosa numa pedreira de calcários, H. Queiroz). Em nossa interpretação, esses resultados variáveis indicam diversidade de fontes no processo sedimentar, e, se houve alguma contribuição de fonte juvenil, tratar-se-á de caso esporádico local. Todas essas observações têm caráter preliminar diante da relativamente pequena soma de dados trabalhados até o presente.
- c) O diagrama de evolução crustal para as graníticas (Figura 3C, Tabela 4) também mostrou franca coerência de dados (tendo sido diferentes tipos de rochas amostradas, por exemplo, tipos “Itaporanga”, “Shoshonítico” (Bom Jardim) e “Conceição” (Timbaúba), numa ampla área de amostragem — com valores de  $\epsilon_{Nd(zero)}$  bastante negativos (entre -19,2 e -28,6) e todos os valores de  $T_{DM}$  do Paleoproterozoico (1,8 a 2,4 Ga).

Quando se observam os valores de  $\epsilon_{Nd}$  calculados para ca. 600 Ma (valores auferidos dos dados Rb-Sr e U-Pb pre-existentes), o quadro é muito interessante e sintomático. O menor valor de  $\epsilon_{Nd(zero)}$  é da ordem de -11,4 (AC-18C), e o valor negativo mais elevado de  $\epsilon_{Nd}$  é de ca. -20,7 (AC-461, ao sul de Cimbres).

Como se sabe que essas rochas graníticas resultaram de processos magmáticos, consoante confirmado nas teses de Guimarães (1989) e Neves (1996), entre outros, o laudo isotópico aqui proposto deve ser encarado de modo especial. Nessas rochas magmáticas, a participação de fontes do embasamento paleoproterozoico foi muito importante, e a contribuição juvenil neoproterozoica foi minoritária, sempre de pequeno porte. É necessário enfatizar que os valores de  $T_{DM}$  obtidos e, de certa forma, também os valores de  $\epsilon_{Nd}$ , são



**Tabela 2.** Dados analíticos das determinações Sm/Nd – supracrustais.

SPS	Nº	Rocha	Localidade	Coordenadas	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	Erro	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Erro ppm	$f_{\text{Sm/Nd}}$	$T_{\text{DM Ga}}$	$\epsilon_{\text{Nd(Zero)}}$	$\epsilon_{\text{Nd(600Ma)}}$
4374	RC-1	Gnaiss micáceo	N Feira Nova	9122930-235082	6,334	30,985	0,1236	0,0004	0,512113	10	-0,37	1,6	-10,23	-4,64
4375	RC-2	Metagrauvaca	Estrada Machados	9135584-226359	5,307	23,693	0,1355	0,0004	0,512186	9	-0,31	1,7	-8,82	-4,13
4376	RC-6	Biotita gnaiss	Estrada Machados	9149036-226632	8,089	34,991	0,1398	0,0005	0,512229	9	-0,29	1,7	-7,97	-3,61
4377	RC-20	Granito gnaiss	6 km N Umbuzeiro	9152758-203688	3,877	18,242	0,1285	0,0004	0,511973	13	-0,35	1,9	-12,98	-7,70
4378	RC-22	Metagrauvaca	E Aliança	9159222-255773	6,052	29,387	0,1245	0,0004	0,512069	9	-0,37	1,7	-11,10	-5,58
4379	RC-23	Metagrauvaca	Rio Cruangi	9156816-252776	6,018	26,839	0,1356	0,0004	0,512348	9	-0,31	1,4	-5,65	-0,97
6984	RC-70	Gnaiss bandado	Sul Gravatá	9098534-221732	5,543	28,574	0,1173	0,0007	0,511955	8	-0,40	1,7	-13,32	-7,24
6563	RC-42	Metagrauvaca	Feira Nova	9122970-235047	5,126	26,614	0,1165	0,0007	0,512040	11	-0,41	1,6	-11,67	-5,53
6564	RC-43	Metagrauvaca	N Mendes	9135708-226388	3,948	19,620	0,1217	0,0007	0,512206	9	-0,38	1,4	-8,42	-2,60
6565	RC-44	Metagrauvaca	E Surubim	9131620-197619	4,583	22,596	0,1226	0,0007	0,512176	16	-0,38	1,4	-9,00	-3,34
6569	RC-48	Metagrauvaca	Lagoa Porcos	9138988-204137	6,320	32,375	0,1181	0,0007	0,512004	12	-0,40	1,7	-12,37	-6,35
6576	RC-55	Metagrauvaca	Embebedado	9140790-183095	6,180	31,982	0,1168	0,0007	0,512052	5	-0,41	1,6	-11,44	-5,33
6577	RC-56	Metagrauvaca	Pedreira H. Queiroz	9141086-181664	6,196	32,850	0,1141	0,0007	0,511873	3	-0,42	1,8	-14,92	-8,59
3388	RCMx VL	Metagrauvaca	Vertente Lério	9138778-186345	6,180	28,639	0,1305	0,0005	0,512001	12	-0,34	1,9	-12,42	-7,35
6574	RC-53	Metagrauvaca migmatizada	Chã Marinheiro	9131900-192921	3,944	19,414	0,1229	0,0007	0,512224	11	-0,38	1,4	-8,07	-2,42

SPS: número do laboratório.

**Tabela 3.** Dados analíticos das determinações Sm/Nd em granitoides diversos.

SPS	Nº	Rocha	Localidade	Coordenadas	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	Erro	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Erro ppm	$f_{\text{Sm/Nd}}$	$T_{\text{DM Ga}}$	$\epsilon_{\text{Nd(Zero)}}$	$\epsilon_{\text{Nd(600Ma)}}$
5094	AC-18A	Gnaiss migmatítico	Pão de Açúcar	9084992-753892	5,354	32,052	0,1010	0,0006	0,511475	9	-0,49	2,1	-22,69	-15,37
5095	AC-18B	Gnaiss migmatítico	Pão de Açúcar	"	6,200	40,687	0,0921	0,0005	0,511334	10	-0,53	2,1	-25,43	-17,43
5096	AC-18C	Gnaiss migmatítico	Pão de Açúcar	"	2,055	12,788	0,0972	0,0006	0,511663	11	-0,51	1,8	-19,03	-11,41
5746	AC-547	Granito	Lagoa de Pedra	9091691-775390	6,990	45,204	0,0935	0,0006	0,511521	11	-0,52	1,9	-21,79	-13,40
5747	AC-461	"	NW Pesqueira	9074404-740009	8,231	52,691	0,0945	0,0006	0,511174	10	-0,52	2,4	-28,57	-20,74
5748	AC-182	"	S Poção	9089807-751158	10,997	84,293	0,0789	0,0005	0,511339	16	-0,60	1,9	-25,34	-16,32
5749	AC-195	"	Mutuca	9087321-768769	21,793	122,484	0,1076	0,0007	0,511368	12	-0,45	2,4	-24,78	-17,96
5750	AC-462	"	S Cimbres	9074956-739320	11,173	76,833	0,0879	0,0005	0,511210	10	-0,55	2,2	-27,87	-19,64
5751	AC-34	"	S Cimbres	9077661-738045	13,950	103,825	0,0812	0,0005	0,511292	10	-0,59	2,0	-26,26	-17,43
3683	Ton.SMC	Tonalito	Santa Maria Cambucá	9133050-182393	9,125	53,056	0,1040	0,0004	0,511449	12	-0,47	2,2	-23,19	-16,10

**Tabela 4.** Dados analíticos das determinações Sm/Nd – rochas do embasamento do Terreno Rio Capibaribe.

Sps	Nº	Rocha	Localidade	Coordenadas	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	Ero	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Ero ppm	$f_{\text{Sm}/\text{Nd}}$	$T_{\text{DM}} \text{ Ga}$	$\epsilon_{\text{Nd}(0)}$	$\epsilon_{\text{Nd}} (2050)$
4380	RC-28	Biotita gnaiss	Poço Fundo	9119718-793065	6,370	35,088	0,1098	0,0004	0,511268	9	-0,44	2,6	-26,72	-4,00
6561	RC-40	Gnaiss	W Lagoa Itaenga	9116300-246159	0,812	5,368	0,0914	0,0005	0,511192	10	-0,54	2,3	-28,20	-0,68
6768	RC-41	Ortognaisse	Massaranduba	"	7,654	52,685	0,0879	0,0005	0,511116	13	-0,55	2,3	-29,70	-1,24
6562	RC-41M	Ortognaisse	Massaranduba	9131900-192921	5,178	37,528	0,0834	0,0005	0,511091	12	-0,58	2,3	-30,18	-2,85
4371	RC-8	Gnaiss bandado	Laranjeiras	9149368-225061	2,592	14,266	0,1099	0,0004	0,511356	10	-0,44	2,5	-25,01	-2,30
4373	RC-30	Ortognaisse	S Jataúba	9170000-783000	9,957	60,080	0,0966	0,0003	0,511150	9	-0,51	2,5	-19,03	-2,85
3376	AC gnVT1	Gnaiss bandado	E Vertentes	9126120-173744	2,213	18,485	0,0724	0,0002	0,519918	9	-0,63	2,5	-33,55	-1,05
3377	ACgnVT2	Gnaiss bandado	E Vertentes	9126120-173744	2,007	9,073	0,1337	0,0005	0,511498	12	-0,32	3,0	-22,25	-5,78
3684	SMambucá	Biotita gnáiss	S Sta. Maria	9126212-173679	4,462	25,068	0,1076	0,0004	0,511361	10	-0,45	2,4	-24,92	-1,63
6567	RC-46	Metagrauvaca	Salobro	9140186-211203	6,814	38,419	0,1073	0,0006	0,511400	12	-0,45	2,4	-24,14	-0,75
6568	RC-47	Metagrauvaca	Ribeirão Seco	9138772-208663	1,621	8,010	0,1224	0,0007	0,511486	15	-0,38	2,6	-22,47	-3,04
3685	RC-SCCap	Gnaiss	W Sta. Cruz Capibaribe	9120365-804535	5,474	26,148	0,1266	0,0004	0,512038	9	-0,36	1,8	-11,70	+6,63
4372	RC-26	Ortognaisse	E Vertentes	9126220-176694	2,590	12,862	0,1218	0,0004	0,511551	12	-0,38	2,5	-21,20	-1,62
6570	RC-49	Gnaiss laminado	S Orobó	9141720-213394	6,468	40,804	0,0959	0,0006	0,511197	5	-0,51	2,4	-28,12	-1,75
6571	RC-50	Anfibólio gnaiss	Orobó	9142220-213611	2,017	7,647	0,1595	0,0009	0,512284	15	-0,19	2,1	-6,91	+2,82
7089	RC-50rep	Anfibólio gnaiss	Orobó	"	2,730	10,314	0,1601	0,0009	0,512274	13	-0,19	2,2	-7,10	+2,48
6573	RC-51	Ortognaisse	NE Orobó	9148336-215640	7,067	45,353	0,0942	0,0006	0,511224	13	-0,52	2,3	-27,58	
6573	RC-52	Metagrauvaca	J. Carlos	9129732-184266	7,067	45,353	0,0942	0,0006	0,511224	13	-0,52	2,3	-27,58	-0,78
7090	RC-52rep	Metagrauvaca	J. Carlos	"	9,97	64,095	0,0941	0,0006	0,511204	14	-0,52	2,4	-27,97	-1,15
6575	RC-54	Gnaiss laminado	S Vertente Lério	9134240-189259	5,661	32,809	0,1043	0,0006	0,511286	10	-0,47	2,5	-26,38	-2,22
6578	RC-57	Gnaiss bimicáceo	S Sta. Maria	9136728-183308	4,489	28,761	0,0944	0,0006	0,511181	4	-0,52	2,4	-28,42	-2,22
6769	RC-60	Ortognaisse	Orobó	9143292-212449	1,601	7,592	0,1275	0,0007	0,511802	10	-0,35	2,2	-16,30	+1,78
6977	RC-65a	Ortognaisse	E Vicência	9153832-247696	6,062	44,716	0,0820	-0,0005	0,511009	12	-0,58	2,4	-31,77	-1,77
6978	RC-65b	Ortognaisse	E Vicência	9153832-247696	9,042	57,846	0,0945	0,0006	0,511136	12	-0,52	2,4	-29,29	-2,58
6979	RC-66	Gnaiss laminado	W Vicência	9153638-236892	13,458	87,370	0,0931	0,0006	0,511341	13	-0,53	2,2	-25,31	+1,77
6980	RC-67	Gnaiss laminado	E Murupé	9153544-236514	8,470	51,553	0,0994	0,0006	0,511136	7	-0,49	2,6	-29,29	-3,84
6981	RC-68	Gnaiss laminado	W Murupé	9153274-231747	1,702	12,692	0,0811	0,0005	0,510958	8	-0,59	2,4	-32,77	-2,54

Continua...

Tabela 4. Continuação

Sps	Nº	Rocha	Localidade	Coordenadas	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	Erro	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Erro ppm	$f_{\text{Sm}/\text{Nd}}$	$T_{\text{DM}}$ Ga	$\epsilon_{\text{Nd}(0)}$	$\epsilon_{\text{Nd}}(2050)$
6982	RC-69gn	Gnaiss laminado	SE Siriji	9153056-228132	5,530	31,141	0,1093	0,0006	0,511335	10	-0,47	2,4	-25,42	-1,15
6983	RC-69mgv	Metagrauvaca	SE Siriji	9153056-228132	3,636	22,085	0,0995	0,0006	0,511208	7	-0,49	2,5	-27,89	-2,47
6984	RC-70	Ortognaisse	7 km Sul Gravatá	9098534-221732	5,543	28,564	0,1173	0,0007	0,511995	8	-0,40	1,7	-13,32	+7,44
6985	RC-71	Gnaiss migmatítico	10 km Sul Gravatá	9100208-221429	10,501	50,603	0,1255	0,0008	0,512057	14	-0,36	1,7	-11,33	+7,30
6986	RC-72	Migmatito	12 km Sul Gravatá	9103900-222146	2,635	170,158	0,1160	0,0010	0,511545	11	-0,41	2,3	-21,32	-0,21

muito similares àqueles apresentados pelas rochas do embasamento (item a, acima). No exercício de qualquer modelo geotectônico, esse é fato mandatário para a interpretação.

Isso é interessante, mesmo porque os granitoides de Bom Jardim, Toritama e Timbaúba, quando têm seus dados geoquímicos postados em diagramas discriminantes de tectônica, costumam cair no campo VAG (arcos magmáticos). Não há uma impossibilidade total de conciliar esses dados (valores isotópicos *versus* diagramas discriminantes disponíveis na bibliografia) no esboço de um modelo geotectônico, mas ficam faltando investigações multidisciplinares adicionais e em equipe a serem conduzidas.

Vale relembrar aqui que os dados de Sm-Nd do Riacho do Tigre (Eotoniano), posicionado mais para oeste do TRC, apresentam valores que demonstram incondicionalmente forte contribuição de materiais juvenis na sua evolução crustal (Accioly et al., 2010). Esse é, pois, quadro bem diferente do detectado no estudo dos granitoides (criogenianos-ediácaranos) desta porção central e oriental do TRC.

## DETERMINAÇÕES U-Pb

Os trabalhos foram desenvolvidos em dois grupos: o primeiro (3 amostras do embasamento) pela metodologia TIMS (Tabela 5) e o segundo (4 rochas do embasamento e uma das supracrustais) pela metodologia do LA-ICP-MS. Os dados obtidos são coerentes entre si e com os dados obtidos por outros métodos nesta oportunidade, além de outros dados preexistentes já publicados.

## Determinações U-Pb/TIMS em rochas do embasamento

Amostras de ortognaisse bandados do domínio do chamado “Complexo Vertentes” (Gomes et al., 2001) foram conduzidas para determinação isotópica pelo

TIMS. Foram coletadas ao leste de Vertentes (RC-26), ao leste de Jataúba (RC-30) e ao sul de Siriji (RC-8). Individualmente, todos mostraram valores de idades discordantes, sendo os pontos mais próximos da concórdia aqueles do RC-26 e os mais distantes aqueles do RC-30 (Figura 4A). A melhor solução para a interpretação encontrada foi colocá-los em conjunto no mesmo diagrama convencional (de Wetherill), onde se obteve uma idade de  $2085 \pm 15$  Ma (intercepto superior bem definido, idade Riaciano Superior), com intercepto inferior de  $555 \pm 44$  Ma. Utilizando-se para o conjunto o diagrama Tera Wassenburg, este conjunto se ajusta razoavelmente bem numa reta de  $2.093 \pm 40$  Ma, com intercepto inferior de  $597 \pm 93$  Ma. O MSWD calculado (como apresentado na Figura 4A) é naturalmente bastante elevado (ca. 55) e não deve ser considerado como um parâmetro de validade, tendo em vista que foram amostras coletadas de rochas muito diferentes, em afloramentos situados a mais de 50 km um do outro. Essas rochas não são cogenéticas, portanto, nestes termos, deve ser entendida a característica de valor meramente numérico para o MSWD.

A idade do Riaciano Superior para estes ortognaisse bandados (Figuras 4B e 4C) parece clara (ainda que demandando dados complementares), sendo válido adiantar que a  $T_{\text{DM}}$  de todos eles indicam valores do Neoproterozoico (ca. 2,5 Ga), com valores fortemente negativos do  $\epsilon_{\text{Nd}}(0)$ , praticamente sem exceções destacáveis. O valor do intercepto inferior (Ediácarano) apresenta erro bastante elevado ( $> 7,5\%$ ), sendo possível que estejam marcando os eventos de retrometamorfismo importante no Brasiliano, como já foi sinalizado antes, devido à participação efetiva do embasamento no dobramento da cobertura. A penetrativa foliação milonítica a protomilonítica observada nas rochas datadas (Figuras 4B e 4C) é, consoante observações de campo, ao nosso entender, devida ao Ciclo Brasiliano.

**Tabela 5.** Dados analíticos das determinações U-Pb, metodologia TIMS.

SPU	Fração	207/235#	Erro (%)	206/238#	Erro (%)	Coefficiente	238/206#	Erro (%)	207/206#	Erro (%)	206/204*	Pb (ppm)	U (ppm)	Peso (mg)	206/238 Idade (Ma)	207/206 Idade (Ma)
RC -26 Ortognaisse – Leste de Vertentes																
3348	M-3A(16)	5,569300	2,10	0,322490	1,09	0,643	3,100871	1,09	0,125252	1,63	120,92	122,94	247,9	0,0112	1802	2032
3349	M-3B(19)	5,581390	0,58	0,323927	0,57	0,975	3,087115	0,57	0,124967	0,13	1013,52	76,81	228,0	0,0065	1809	2028
3350	M-3C(16)	5,414370	0,49	0,317294	0,49	0,992	3,151651	0,49	0,123761	0,06	2259,87	115,06	354,7	0,0094	1777	2011
3351	M-3D(12)	5,539340	0,80	0,321180	0,79	0,981	3,113519	0,79	0,125086	0,16	1282,26	76,86	232,3	0,0119	1796	2030
RC-30 Ortognaisse – Oeste de Jataúba																
3327	M-3A(9)	4,090390	0,86	0,261160	0,77	0,911	3,829070	0,77	0,113594	0,36	473,18	120,98	403,9	0,035	1496	1858
3328	M-3B(11)	3,623190	0,48	0,230179	0,48	0,992	4,344445	0,48	0,114163	0,06	2186,38	89,72	374,0	0,0171	1335	1867
3329	M-3C(11)	3,999160	0,46	0,248148	0,46	0,993	4,029853	0,46	0,116885	0,05	9934,95	106,35	419,1	0,0257	1429	1909
3330	M-3D(11)	3,273620	0,48	0,213578	0,48	0,992	4,682130	0,48	0,111166	0,06	3628,57	64,05	293,4	0,0198	1248	1819
3361	NM-3E(6)	3,741010	0,46	0,233600	0,46	0,993	4,280822	0,46	0,116149	0,56	6960,52	82,33	344,6	0,0278	1353	1898
3359	NM-3E(6)	3,682470	0,55	0,233107	0,54	0,977	4,289875	0,54	0,114573	0,12	652,07	99,42	383,4	0,0147	1351	1873
RC-8 Ortognaisse - Fazenda Laranjeiras																
3331	NM-4A(17)	5,135640	0,95	0,302887	0,62	0,740	3,301561	0,62	0,122974	0,64	268,44	48,01	123,7	0,0108	1706	2000
3332	NM-4B(13)	4,567140	0,55	0,272831	0,53	0,961	3,665273	0,53	0,121409	0,15	470,80	47,54	149,8	0,0128	1555	1977
3333	NM-4(20)	4,286340	0,534	0,259432	0,53	0,99087	3,854575	0,53	0,119829	0,072	2545,08	46,153	169,56	0,0108	1486,9	1954
3358	NM-4E(22)	4,549500	0,941	0,272521	0,926	0,98208	3,669442	0,93	0,121077	0,177	772,54	46,306	158,93	0,0107	1553,6	1972

#Pb radiogênico corrigido do branco e do U e Pb e do Pb inicial; U corrigido para o branco; \*Não corrigido para o branco nem para o Pb não radiogênico. SPU: número do laboratório; Frações utilizadas (NM e M): números em parêntesis indicam o número de grãos pinçados; Concentrações totais de concentrações do U e corrigidas para o branco analítico; Idades: dadas em Ma usando Ludwig Isoplot/Ex program (1998); Constantes de decaimento recomendadas por Steiger and Jäger (1977). Normas de procedimento usuais do Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo (CPGeo/USP).

## Determinações U-Pb – metodologia LA-ICP-MS

### Rochas do Embasamento

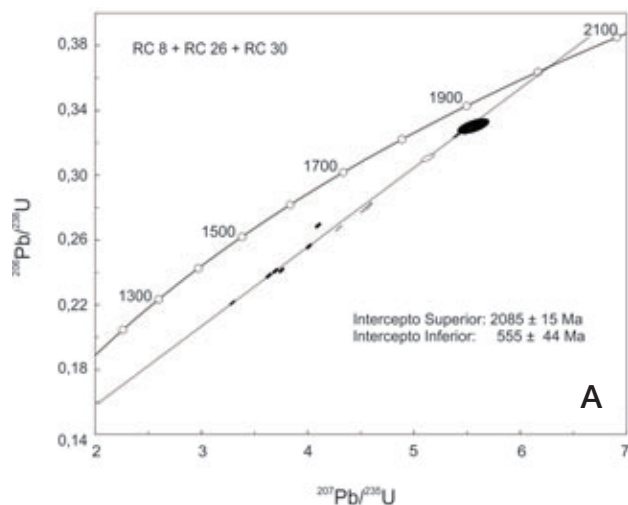
Para as determinações no LA-ICP-MS, foram selecionadas inicialmente três distintas amostras de ortognaisses do embasamento. Os dados analíticos das amostras aqui discutidas ficam disponíveis no acervo de dados da revista, para eventuais consultores/interessados:

- A Pedreira Massaranduba, na estrada de Lagoa do Itaenga (RC-41M), é constituída por gnaisse granodiorítico com algumas estruturas migmatíticas (“diatexitó”), muito homogêneo, com discreta foliação a biotita, situado na parte centro - sul do TRC (Figuras 5A e 5B). Na análise individual dos grãos (catodoluminescência + fotomicrografia do zircão/MEV) e na espectrometria de massa, verificou-se ampla maioria dos zircões (85%) indicando idades do Riachão Superior ( $2060 \pm 30$  Ma), e alguns outros (< 15%) com bordas de sobrecrecimento apontando metamorfismo no Orosiriano (com número de pontos insuficiente e formas de zircão não convincentes para traçado de outra discórdia). No diagrama concórdia (Figura 5A), foi obtida uma excelente corda/

reta com idade  $2096 \pm 7$  Ma (Riachão Superior), como evento principal de formação das rochas. Considerando-se os erros, esse resultado reitera o valor inferido para o conjunto RC-8 + RC-26 + RC-30, obtido com o TIMS. O intercepto inferior aponta para um valor de idade de  $588 \pm 53$  Ma, com erro muito elevado (ca. 9,5 %). Pela qualidade muito boa do alinhamento obtido, é possível associar esse “evento” mais jovem ao retrabalhamento pelo Ciclo Brasileiro e consoante perda contínua de isótopos de Pb.

- A amostra RC-69 foi coletada em uma pedreira abandonada ao sul de Siriji, sendo constituída de ortognaisses granodiorítico protomilonítico, fracamente bandado (Figuras 6A e 6B). Algumas bandas mais escuras (metagrauvacas? autólitos?) aparecem intercaladas, semelhandando frações distintas. A foliação é de muito baixo ângulo (Sp protomilonítico  $2^\circ$  a  $5^\circ$  para o sul), com mergulhos muito próximos da horizontal. A análise individual dos grãos de zircões neste caso aponta claramente uma maioria (> 62%) de grãos de zircões bem formados entre 2100 e 2170 Ma, sem anéis de sobrecrecimento visíveis. Por outro lado, há um conjunto de cerca de 20% dos grãos de zircões apresentando

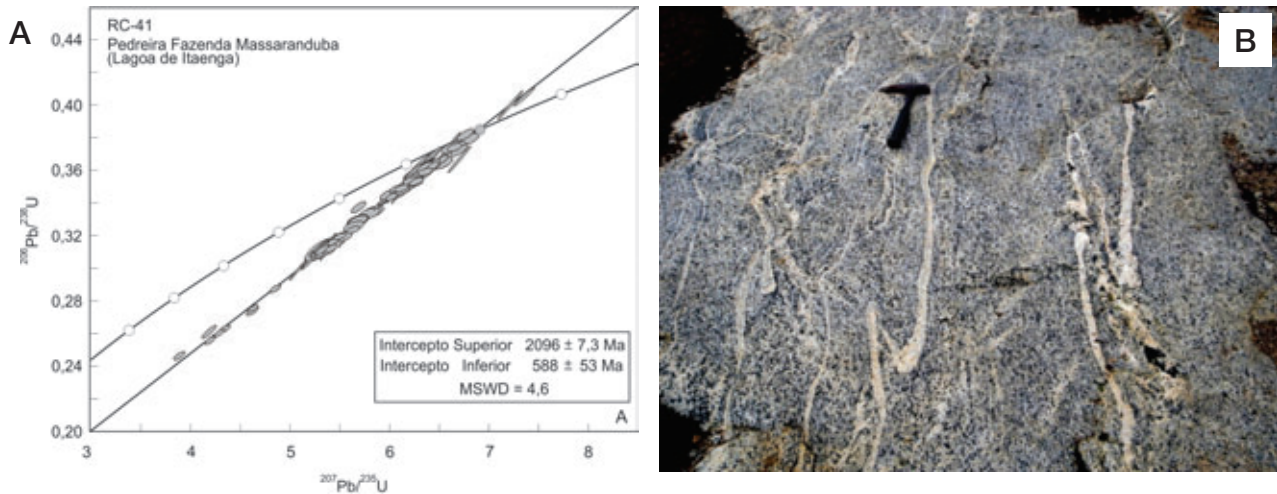




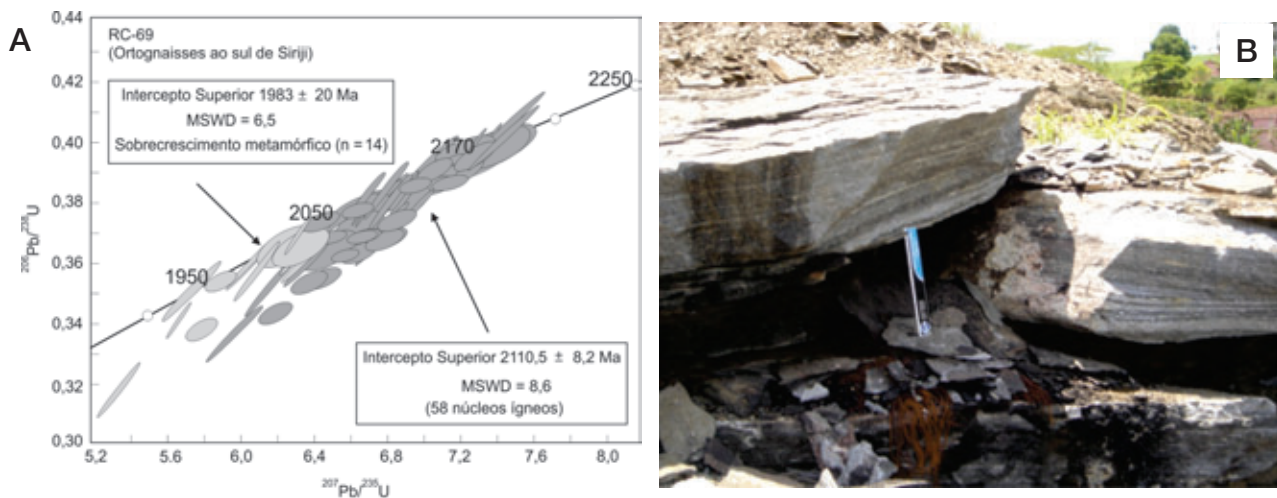
**Figura 4.** (A) Diagrama U-Pb concórdia para rochas do embasamento do Terreno Rio Capibaribe (TRC), ortognaisses bandados do “Complexo Vertentes”, de três localidades distintas. O intercepto superior da corda aponta idade do Riacciano Superior ( $2.085 \pm 15$  Ma). O intercepto inferior apresenta erro elevado (ca. 44 Ma), provavelmente resultante da perda contínua de Pb até os eventos tardios do Brasiliano no TRC (Tabela 5, determinações TIMS). RC-26: elipses preenchidas; RC-8: elipses vazadas; RC-30: pequenos retângulos. A amostra 3327 do RC-30 não foi utilizada nos cálculos de idade, devido à sua disposição discordante e distinta das demais (elevando o valor do MSWD, mesmo sem modificar a idade). De fato, as amostras foram coletadas em afloramentos distintos, situados a mais de 50 km um do outro; (B) Fotografia do afloramento clássico do “Complexo Vertentes” (RC-26), 3 km a leste da cidade topônima. A foliação protomilonítica ( $S_m$ ) foi causada pelo cavalgamento do batólito Calimiano de Taquaritinga do Norte e é admitida como sendo parte dos processos neoproterozoicos. Não aparece na foto, mas esses protomilonitos estão redobrados numa fase tardia, bastante aberta; (C) Fotografia do afloramento RC-8, Fazenda Laranjeiras, ao sul de Siriji, no início da estrada para Machados. O intenso bandamento é protomilonítico em ortognaisses graníticos e granodioríticos.

notório desenvolvimento de sobrecrecimento e apontando idades do Orosiriano (entre 1900 e 2050 Ma). Além destes, há alguns outros poucos zircões (sem sobrecrecimento visível) que também apontam idades do Orosiriano. A interpretação dada, a partir do diagrama concórdia (Figura 6B), é o de uma rocha ígnea formada no Riacciano Superior, ca.  $2110 \pm 8,7$  Ma, submetida a um processo metamórfico de grau médio a alto no Orosiriano, ca.  $1983 \pm 20$  Ma. O processo de

milontização poderia estar apontado pelo intercepto inferior, no Ediacarano, com erro muito elevado. O valor de idade do Riacciano Superior se coaduna bem com os demais valores discutidos anteriormente, expostos nas figuras anteriores, e serve para reiterá-los. É oportuno registrar que Sá et al. (2002) já haviam obtido idades de processos do Orosiriano (usando metodologia TIMS) para metamorfismo dos complexos do embasamento, assim como, mais recentemente (em trabalhos



**Figura 5.** (A) Diagrama U-Pb concórdia para o embasamento do Terreno Rio Capibaribe (TRC), na Pedreira Massaranduba (RC-41), de ortognaisses granodioríticos, próximos de Lagoa de Itaenga (cerca de 2 km dos primeiros afloramentos das supracrustais neoproterozoicas), obtido com Laser Ablation. O intercepto superior indica idade Riáciano Superior —  $2.096 \pm 7,3$  (erro  $< 0,34$  Ma), e o intercepto inferior deve estar retratando perda contínua de Pb até o Ediacarano mais inferior; (B) Fotografia do afloramento Pedreira Massaranduba — ortognaisses granodioríticos com discreta foliação, situada a 2 km da estrada asfaltada que dá acesso à Lagoa do Itaenga-PE.



**Figura 6.** (A) Diagrama U-Pb para os ortognaisses gnaisses bandados protomiloníticos da Pedreira do Posto de Santa Tereza, 2 km ao sul de Siriji (RC-69). Há dois nítidos agrupamentos de dados obtidos com a metodologia Laser Ablation. O primeiro e mais numeroso grupo (58 núcleos considerados de origem ígnea) de zircões analisados indica idade do Riáciano Superior:  $2110,5 \pm 8,2$  (erro inferior a 0,4 Ma). O segundo agrupamento é formado por zircões que apresentam sobrecrecimento metamórfico franco e indica uma idade de  $1.983 \pm 20$  Ma, ou seja, do Orosiriano Inferior; (B) Fotografia de campo dos milonitos da Pedreira do Posto Santa Tereza (RC-69). Os ortognaisses milonitizados mostram diversas bandas escuras, assemelhadas a antigos autólitos. Nos diagramas Sm-Nd, essas bandas (Tabelas 2 a 4) mostraram valores de idades semelhantes às das bandas claras predominantes.

ainda inéditos), o fizeram Brasilino et al. (2010) e Neves et al. (2010). É necessário registrar que, até o momento, esses dados são considerados fatos novos, e que parecem peculiaridade nessa Zona Transversal da província. Em todo o domínio setentrional da província, a predominância de valores de idade do Riáciano (e até pouco mais antigos) é de reconhecimento unânime na bibliografia preexistente.

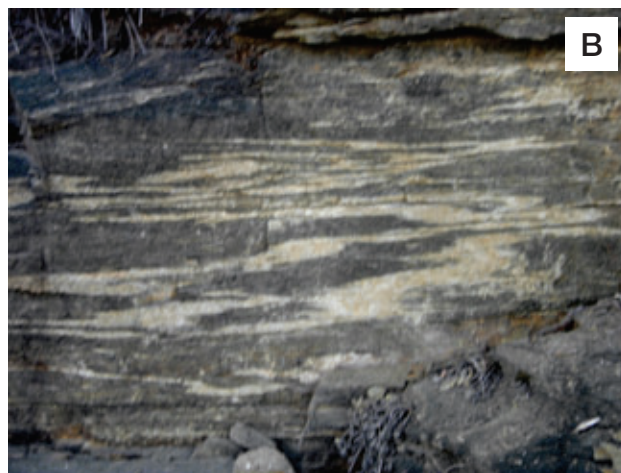
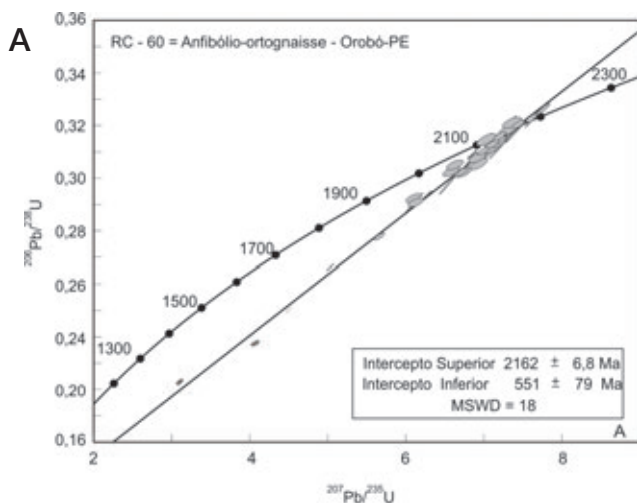
- c) A amostra RC-60 foi coletada no centro da cidade de Orobó (Figuras 7A e 7B), de um ortognaise granodiorítico a anfibólio, com muitas *shear folds*. Macroscopicamente, é uma rocha bandada, com forte foliação (Sp = 65/350) protomilonítica, com indicadores cinemáticos de movimento para sul. Na análise individual dos grãos, observou-se a grande maioria (85%) de zircões bem formados, e estes indicando uma posição cronológica na parte média do Riáciano (Figura 7A), com valores predominantes de idades entre 2,18 e 2,16 Ga. Isso está bem consignado no gráfico da discórdia (Wetherill) traçada no valor de  $2.162 \pm 7$  Ma (erro inferior a 0,4%), indicando idade da parte média do Riáciano. Esse é um ponto a destacar, pois os zircões dessa rocha mostram claramente idades mais antigas (pelo menos 50 Ma) do que todas as outras acima reportadas (determinações TIMS e dos itens a e b). E, como lembrado nos parágrafos anteriores, esse é um valor que ocorre com muita frequência no embasamento da província (a norte e a sul da Zona Transversal). Já para o

intercepto inferior (erro ca. 12%) de valor  $551 \pm 79$  Ma, aplicam-se os mesmos comentários críticos assinalados para aquelas outras amostras datadas e acima discutidas.

Foram registrados dois casos apenas de bordas de sobrecrecimento conspicuas do Orosiriano (4% do total de grãos). Havendo alguns poucos casos (na maior parte zircões sujos e/ou fraturados) indicando também idades do Orosiriano. Nestes termos, é possível dizer que a rocha foi afetada por eventos (sem que seja possível definir uma concórdia) ao longo do Orosiriano. Para o Brasiliano, destacamos o valor de  $551 \pm 79$  Ma (protomilonitização?), com indicadores cinemáticos para sul ligados à forte tectônica de baixo ângulo, embora o erro deste valor de idade indicado pelo intercepto inferior seja muito alto (ordem 14%).

#### *Rochas Supracrustais da Faixa Móvel Brasileira ("Complexo Surubim-Carolina")*

A amostra RC-7x foi coletada a 4,6 km ao sul de Siriji, num corte amplo de estrada com exposições excelentes de rochas vulcanoclásticas (bombas, inclusive). A amostra coletada e datada (Figuras 8A a 8C) é uma rocha com porfiroclastos de vários minerais (destacando-se K feldspato), com quartzo (*ribbons* bastante alongados) e plagioclásios predominantes, estes envolvidos em filmes de biotita e outros minerais. A textura é milonítica e o metamorfismo está

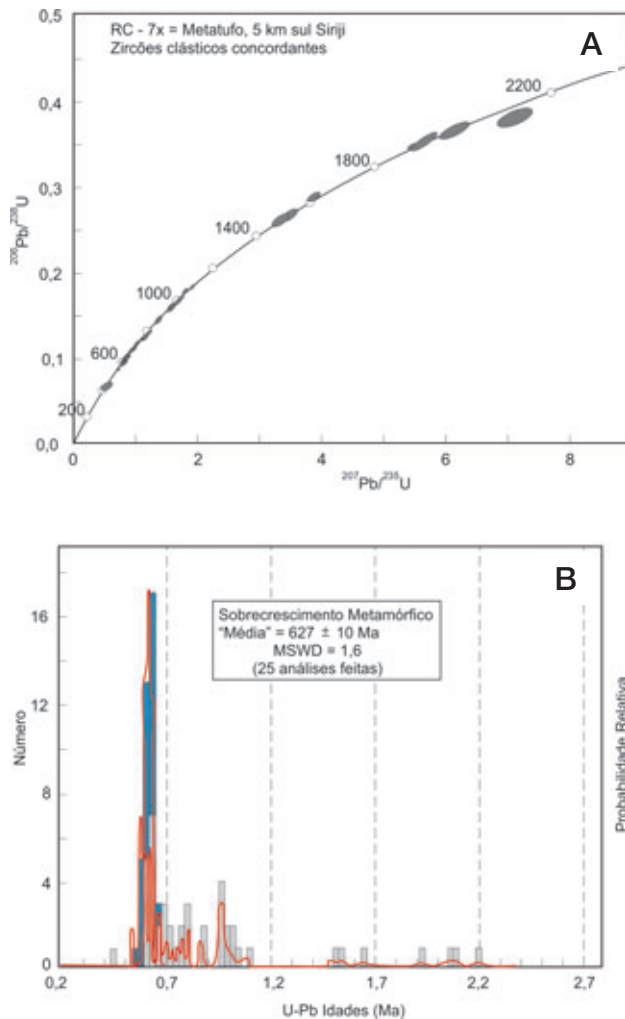


**Figura 7.** (A) Diagrama U-Pb para o ortognaise bandado (algumas intercalações anfibolíticas) do centro da cidade de Orobó (RC-60). O intercepto superior indica idade de  $2162 \pm 6,8$  Ma (erro < 0,32 Ma), ou seja, aponta para a parte média do Riáciano, no que difere um pouco dos dados discutidos nos diagramas anteriores. Para o intercepto inferior, a interpretação haurida é a mesma dos diagramas anteriores (perda contínua do Pb).; (B) Fotografia de campo dos anfibólio-gnaisses do centro da cidade de Orobó-PE. A foliação principal é determinada por uma série de *shear folds* bastante fechadas, com amplo espessamento apical e flancos transpostos.



na fácies anfibolito. Zircões e apatitas estão entre os principais acessórios. A unidade amostrada está no interior de uma ampla sequência de metassedimentos clásticos, que incluem desde quartzitos até xistos quartzosos, com intercalações esparsas de calciosilicáticas, para a qual se usa a designação informal de “Complexo Surubim-Caroolina” (protótipo clássico mostrado na Figura 9).

Na análise individual dos grãos de zircão, é possível destacar dois grupos principais de grãos de zircão com comportamento diferente. O primeiro grupo (dois terços do total) é composto por zircões sem sobrecrecimento nítido, e este grupo está formado, em sua maioria, por zircões concordantes de idades acima de 640 Ma, a saber: 1050 – 750 Ma (39%), 750 – 640 Ma (27%) e



**Figura 8.** (A) Diagrama U-Pb para o metafelsito (tufo vulcanossedimentar com composição global riolítica) RC-7x do Complexo Surubim–Caroolina, coletado na Fazenda Califórnia (ca. 5 km sul de Siriji). Observa-se uma série de zircões clásticos, com idades paleo e mesoproterozoicas (mais esparsos) e neoproterozoicas, inclusive com um pico interessante no Toniano Inferior (entre 1.000 e 950 Ma), atribuído à contribuição de rochas do eventos Cariris Velhos (“Complexo Riacho do Tigre”, de Accioly et al., 2010). O sobrecrecimento metamórfico neoproterozoico desses zircões é patente, como marcado na figura e visto nas imagens de catodoluminescência; (B) Histograma dos resultados obtidos no tufo vulcanossedimentar RC-7x. Fica patente o sobrecrecimento metamórfico (já verificado nos diferentes imageamentos) e com idade do limite Criogeniano–Ediacarano – 627 ± 10 Ma. Esse valor de idade, somado aos outros do método Rb-Sr e da bibliografia (Neves et al., 2006), é uma boa indicação como o principal evento neoproterozoico do metamorfismo regional; (C) Metatufos RC-7x, do sul de Siriji, inserido em gnaisses aluminosos do Complexo Surubim–Caroolina. Bastante visíveis no campo, os clastos grandes de feldspatos ocorrem numa matriz riolítica. Nesse mesmo afloramento, acima dos metatufos, foram encontradas feições semelhantes a bombas vulcânicas (não foi possível obter zircões nessa parte do afloramento).



2100 – 1050 Ma (minoria de 23%), como ilustrado nas Figuras 8A e 8B.

Áreas fontes do Toniano e do Criogeniano são predominantes, com alguns poucos zircões do Mesoproterozoico e do Paleoproterozoico. São extremamente fotogênicos nas imagens de catodoluminescência os zircões Eotonianos orlados por anéis de sobrecrecimento Ediacarano. Considerando-se os zircões detríticos mais jovens detectados nesta oportunidade (ca. 640 Ma), é possível indicar esse valor de idade como o valor máximo para sedimentação (ou seja, pré-Ediacarano, em geral) do “Complexo Surubim-Caroalina”.

O segundo grupo de zircões (um terço do total examinado) apresenta nítido sobrecrecimento metamórfico que se ajusta ao valor de idade de  $627 \pm 10$  Ma, evocada como marcadora para o metamorfismo regional. Analisando-se paragnaisses aluminosos deste complexo, Neves et al. (2009) já haviam obtido um valor de  $623 \pm 6$  Ma para o metamorfismo regional, o que é similar ao dado agora obtido, ratificando-o plenamente.

Estudos anteriores de zircões detríticos do “Surubim-Caroalina” (Neves et al., 2009) mostraram um quadro em parte muito semelhante ao agora apresentado (para a amostra RC-7x, Tabela 6), com poucas diferenças. Nos dados desses autores, a grande maioria de zircões detríticos é do Paleoproterozoico (há até alguns zircões arqueanos), seguidos de zircões Mesoproterozoicos e alguns poucos

zircões entre 850 e 1050 Ma. Os autores concluíram também por uma sedimentação pré-Ediacarano (indicaram valores pré- 665 Ma) que o pico de metamorfismo regional assinalado é de  $623 \pm 6$  Ma. Uma idade entre 630 – 620 Ma



**Figura 9.** O “Complexo Surubim-Caroalina” em sua localidade típica, na entrada oeste da cidade de Surubim. Predominam paragnaisses aluminosos, com biotita, granada e sillimanita. Nesse afloramento, ocorrem indicadores cinemáticos claros de movimento de norte para sul, da faixa móvel para onde hoje está o Maciço Pernambuco – Alagoas (mais ao sul).

**Tabela 6.** Síntese dos dados U-Pb para o embasamento paleoproterozoico do Terreno Rio Capibaribe e para suas supracrustais (RC-7x).

Amostra	Metodologia	Resultados obtidos	Interpretação
RC-41M	LA-ICP-MS	Isu = $2096 \pm 7$ Ma lin = $588 \pm 53$ Ma	“Embasamento, Indiferenciado” Riaciano Superior Retrabalhamento ediacarano
RC- 60	LA-ICP-MS	Isu = $2162 \pm 7$ Ma lin = $551 \pm 79$ Ma	“Complexo Vertentes” ?? Riaciano “Médio” Retrabalhamento ediacarano
RC- 69	LA-ICP-MS	Isu $2110,5 \pm 9$ Ma ----- Isu $1983 \pm 20^*$ Ma (met.)	“Embasamento Indiferenciado” Riaciano Superior ----- Metamorfismo regional Orosiriano
RC-8, RC-26, RC-30	TIMS	Isu = $2085,0 \pm 15$ Ma lin = $555,0 \pm 44$ Ma  Isu $627 \pm 10$ Ma	“Complexo Vertentes” Riaciano superior Retrabalhamento ediacarano  Metamorfismo Regional
RC 7x	LA- ICP-MS	Zircões $2200 \pm 640$ Ma (Paleoproterozoico: 13%; Mesoproterozoico: 18%; Toniano: 36%; Criogeniano: 42%)	----- Zircões detríticos de várias fontes do embasamento: paleoproterozoicas; mesoproterozoicas; neoproterozoicas.

Isu: intercepto superior; lin: intercepto inferior; LA-ICP-MS: Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (espectrômetro de massa por ionização acoplada por plasma com ablação a laser); TIMS: Thermal Ionization Mass Spectrometer (espectrômetro de massa de ionização térmica).

(como já insinuado com os dados Rb-Sr) é, pois, boa indicação para o metamorfismo regional. E, como visto, a sedimentação teve várias fontes, destacando-se os intervalos de tempo Toniano (1000 – 940 Ma) e Criogeniano (no caso do afloramento RC-7x, ilustrado na Figura 8C) e, mais esparsamente, rochas/fontes mais antigas.

É necessário deixar claro que a presença de vulcânicas no complexo, como este acima discutido, tem sido pouco comum, talvez até por falta de levantamentos mais detalhados. O litotipo predominante neste complexo é aquele de metagrauvacas a duas micas, localmente com partes fêlsicas exsudadas (Figura 9). Os trabalhos de Neves et al., acima referidos, foram conduzidos em contextos deste tipo, aparentemente de fontes metassedimentares aluminosas.

## EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA

No momento, qualquer hipótese sobre a evolução geotectônica do TRC será prematura e carente de muitos complementos de fundo geológico geral (petrologia, mapeamento), geoquímico (geologia isotópica inclusive) e geofísico. Como mencionado, a denudação erosiva (exumação) foi intensa, assim como o foram os processos de extrusão, tanto no exterior (definindo o TRC) como no interior do terreno. Isso torna os registros incompletos e ainda de difícil concatenação. Pelas observações em alguns mapas de escala 1/100.000 (em processo pela CPRM-Serviço Geológico do Brasil), muitos subsídios foram auferidos, mas não responderam com suficiência à demanda do tema.

Se o esquema de *shear zones* delimitantes estiver correto — e tiverem a importância consignada por Medeiros et al. (2011) —, este terreno funciona de fato como uma fração litosférica em expulsão (extrusão) para leste, em separação (escape) da Zona Transversal da Província Borborema. No pós-Ediacarano, responsável por esta feição/condição, estas zonas de fraqueza crustal foram repetidamente sujeitas a reativações, objeto de muitos estudos específicos. No caso do Lineamento Pernambuco, eventos de movimentação tectônica de vulto ocorreram e com considerável magnitude no Mesozoico; no presente, eventos sísmicos são usuais.

A preservação do registro geológico mostra um quadro complexo e um suporte de dados geológicos e geocronológicos ainda precários. Há muitas exposições do embasamento paleoproterozoico, aproximando este contexto daqueles das faixas ditas vestigiais ou *schist belts*. O TRC é, na verdade, fração de um contexto geológico-geotectônico mais amplo, incidentalmente trapeado entre grandes falhas de caráter regional, o que evoca a condição de “terreno tectonoestratigráfico”, no sentido de Howell (1995).

É preciso reiterar a presença de segmentos/registros de duas faixas móveis, uma do Toniano (“Riacho do Tigre”,

a oeste e noroeste, com indicações de arco magmático) e outra do Brasiliano/Ediacarano (“Complexo Surubim-Caroalina”). E estes dois contextos distintos (em composição e idade) estão separados por zonas de cisalhamento importantes (Zona de cisalhamento da Serra do Pinheiro), cuja magnitude (> 100 km) é comparável à magnitude daquelas que delimitam o próprio terreno. Há que reiterar também que, no “Complexo Riacho do Tigre”, foram encontradas várias indicações de arco magmático, inclusive com contribuição de material juvenil do Toniano, conforme dados geológicos e geoquímicos de Accioly et al. (2010) e de Accioly e Santos (2010).

No restante do TRC, não foram encontrados ainda indicadores confiáveis de suturas, sequências ofiolíticas e outros elementos afins, indicativos concretos da ambiência geotectônica. Igualmente, faltam os subsídios geofísicos, e os pouquíssimos dados sobre esta terceira dimensão não são suficientes e conclusivos. Os dados geofísicos existentes (aeromagnetometria, gravimetria, aerogamaespectrometria) são em escala de reconhecimento, raramente retratam níveis crustais mais inferiores. Na prática, eles têm sido métodos auxiliares da cartografia geológica, expressando dados das porções crustais mais superiores.

Algumas indicações preliminares de ordem geral concernentes ao tema modelo geotectônico serão aqui alinhavadas, tendo em vista o Neoproterozoico mais superior (informalmente chamada de “Faixa Surubim-Caroalina”, “Faixa do Rio Capibaribe” etc.) como referência, para que sejam julgadas e futuramente incorporadas (ou descartadas) em proposições e modelos mais bem respaldados por dados complementares:

- Indicações de uma paleogeografia bastante acidentada, rasa, com muita exposição do embasamento “siálico”, essencialmente do Paleoproterozoico (inclusive com intrusivas anorogênicas neste substrato, paleo e mesoproterozoicas). Esses “altos internos” fazem lembrar margens continentais afogadas, com muitos testemunhos de erosão de superfícies pretéritas.
- A presença de assembleia litoestratigráfica tipo 1 ou QPC (Condie, 1982) muito bem configurada, que é outro indicativo de margem continental, ou ladeando um continente ou uma bacia retroarco.
- Embora a presença de paragneisses aluminosos (metagrauvacas biotíticas) seja predominante no contexto supracrustal (com quartzitos basais e intercalados), a presença de rochas carbonáticas e calciosilicatadas é marcante. A presença de plataforma carbonática espessa, com muitas estruturas estromatolíticas (e muita exploração comercial de calcários, de Surubim-PE a Alcantil-PB), completa aquele quadro traçado de restos de uma assembleia QPC.
- A presença de rochas vulcânicas e de contextos vulcanossedimentares deve ser relatada, ainda que sejam

(aparentemente) casos restritos. O mesmo pode ser dito para algumas raras ocorrências de anfíbolitos.

- Ausência, até o presente, de ofiolitos e outros remanescentes de fundo oceânico.
- A presença de vários granitoides de natureza calcioalcalina, alguns deles apontando características geoquímicas de arco magmático (Bom Jardim, Caruaru-Arcoverde, Timbaúba). Embora sejam muitos os argumentos neste sentido, armazenados até o presente, há controvérsias interpretativas, sendo ainda poucos os dados petrogenéticos e isotópicos acumulados. Os elevados valores negativos dos dados de  $\epsilon_{Nd}$  das rochas graníticas não reiteram de pronto estas ideias (mas não as desaprovam inteiramente), podendo ser indicativos de outros processos (diapirismo, *underplating*) crustais a subcrustais.
- Há algumas indicações locais (folhas Limoeiro e Surubim), a leste do terreno, de que a foliação dominante ( $S_2$ ) do terreno apresente características de vergência centrífuga, no sentido dos dois “altos” de embasamento que delimitam o TRC (PEAL ao sul, TAM ao norte), mas isso demanda estudos específicos em número maior de seções geológicas. Na folha de Surubim – enquanto na porção sul do TRC há indicações de vergência para sul (Pessoa e Gomes, 1980; Neves et al., 2010) no sentido do PEAL, a partir da fronteira PE-PB, a vergência muda claramente para norte, de forma a envolver grande parte do TAM. Esse tipo de estruturação é comum em zonas de interação colisional de placas. Mas, em outras folhas mapeadas, essa indicação de polaridade não é suficientemente clara.
- Na borda mais ao norte do Maciço PE – AL, Brito Neves et al. (1982) identificaram, por métodos gravimétricos, uma importante zona de espessamento crustal. Essa borda carece de investigação complementar, candidata a uma representação expressa de um evento colisional.
- Na Zona Transversal, ao norte (ca. 10 km) do lineamento Cruzeiro do Nordeste, há uma assembleia supracrustal semelhante àquela aqui tratada (informalmente chamada de “Caroalina” e até mesmo “Surubim-Caroalina”). Imediatamente ao sul do Lineamento Pernambuco (SE de Arcoverde), há outra assembleia supracrustal assemelhada (não bem conhecida ainda, chamada de “Rio Una”). Essas unidades (intra e extra-TRC) podem ter partilhado de um mesmo processo orogênico neoproterozoico mais amplo, mas isso é tema para investigação multidisciplinar no futuro.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi todo desenvolvido graças a um Projeto Temático da FAPESP (Processo 2005/58688-1) e à bolsa de pesquisador 1A do CNPq recebida pelo autor sênior. Apoio extra, informal (bibliografia, mapas), amistoso foi

recebido da CPRM-SUREG do Recife, além de discussões proveitosas com os geólogos dessa empresa, particularmente Ana Cláudia Accioly, Carlos Alberto Santos e Edilton José dos Santos. Os colegas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP), Miguel Angelo Basei e Maria Helena Hollanda, contribuíram com discussões valiosas na interpretação dos dados isotópicos. A todos reiteramos nosso reconhecimento e os melhores agradecimentos.

## REFERÊNCIAS

ACCIOLY, A. C. A. *Geologia, Geoquímica e Significado Tectônico do Complexo Metanortositico de Passira – Província Borborema-Nordeste Brasileiro*. 2001. 168 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ACCIOLY, A. C. A.; SANTOS, C. A. Carta Geológica Folha SC-24-X-B-II Pesqueira. Recife, CPRM (Serviço Geológico do Brasil, SUREG Recife): 2010. Escala 1/100.000.

ACCIOLY, A. C. A.; McREATH, I.; GUIMARÃES, I. P.; SANTOS, E. J.; SANTOS, A.; VANUCCI, R.; ZANETTI, A.; BOTTAZI, P.; ALMEIDA, C. REE signatures in pyroxenes from Estatherian Passira Meta-Anorthositic Complex, Northeast Brazil: Further evidence for massif type origin. *Estudos Geológicos*, v. 15, p. 139-152, 2005.

ACCIOLY, A. C. A.; McREATH, I.; SANTOS, E. J.; GUIMARÃES, I. P.; SANTOS, C. A. The ages of crystallization and metamorphism of the Passira Anorthosite Complex- Borborema Province-Brasil, Northeast Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 4., 2003. Salvador, *Short Papers*, p. 487-490, 2003.

ACCIOLY, A. C. A.; SANTOS, C. A.; SANTOS, E. J.; BRITO NEVES, B. B.; RODRIGUES, J. B.; McREATH, I. Geochronology and Geochemistry of the meta-volcanic rocks from Riacho do Tigre Complex, Borborema Province-Northeastern Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 7., 2010. Brasília. CD-ROM.

ANDRADE, G. O. *Alguns aspectos do quadro natural do Nordeste*. Recife/SUDENE, Coordenação de Planejamento Regional. Divisão de Política Espacial, 75 p. (Relatório Interno), 1977.

BARBOSA, A. J. (coord.). Carta Geológica Folha Sb.25-Y-C-V Limoeiro. Recife, CPRM/DNPM: 1991. Escala 1/100.000.

- BRASILINO, R. G.; MIRANDA, A.W. A.; MARINHO, M. S. Carta Geológica Folha SB-24-Z-DVI Santa Cruz do Capibaribe. Recife, CPRM (Serviço Geológico do Brasil, SUREG Recife): 2011. Escala 1/100.000.
- BRITO, M. F. L.; MENDES, V. A.; PAIVA, I. P. Metagranitoide Serra das Flores: Magmatismo Toniano (Tipo A) no domínio Pernambuco-Alagoas, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44., 2008. Curitiba. *Anais...*, p. 526.
- BRITO NEVES, B. B. *Regionalização Geotectônica do Precambriano Nordestino*. 1975. 198 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BRITO NEVES, B. B. *O Mapa Geológico do Nordeste Oriental do Brasil – Escala 1/1.000.000*. 1983. 177 f. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BRITO NEVES, B. B.; CAMPOS NETO, M. C.; VAN SCHMUS, W. R.; FERNANDES, T. M. G.; SOUZA, S. L. O terreno Alto Moxotó no leste da Paraíba (Maciço Caldas Brandão). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 31, p. 185-194, 2001a.
- BRITO NEVES, B. B.; CAMPOS NETO, M. C.; VAN SCHMUS, W. R.; SANTOS, E. J. O Sistema Pajeú-Paraíba e o Maciço São José do Campestre no Leste da Borborema. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 31, n. 2, p. 173-184, 2001b.
- BRITO NEVES, B. B.; LONG, L.L.; KAWASHITA, K.; SIAL, A. N.; CORDANI, U. G.; PESSOA, R. J. *Estudo da Geocronologia da Faixa Costeira Pré-Cambriana do Nordeste*. Relatório inédito do Processo CNPq 22220884/75, Centro de Pesquisas da Universidade de São Paulo, CPGeo-USP, 25 p., (circulação restrita), 1978.
- BRITO NEVES, B. B.; SANTOS, E. J.; VAN SCHMUS, W. R. Tectonic History of the Borborema Province, Northeastern Brazil. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A., *Tectonic Evolution of South America*. INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000. Rio de Janeiro, p. 151-182.
- BRITO NEVES, B. B.; VAN SCHMUS, W. R.; KOZUCH, M.; SANTOS, E. J.; PETRONILHO, L. A Zona Tectônica Teixeira Terra Nova - ZTTTN - Fundamentos da Geologia Regional e Isotópica. *Geologia USP: Série Científica*, São Paulo, v. 5, p. 57-80, 2005.
- BRITO NEVES, B. B.; PASSARELI, C. R.; BASEI, M. A. S.; SANTOS, E. J. Idades U-Pb em zircões de alguns granitos clássicos da província Borborema. *Geologia USP: Série Científica*, v. 3, n. 1, p. 25-38, 2003.
- BRITO NEVES, B. B.; SIAL, A. N.; RAND, H. M.; MANSO, V. The Pernambuco Alagoas Massif, Northeast Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 12, n. 1-3, p. 240-250, 1982.
- BRITO NEVES, B. B.; VAN SCHMUS, W. R.; SANTOS, E. J.; CAMPOS NETO, M. C.; KOZUCH, M. O Evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações, perspectivas. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 279-296, 1995.
- CLIFFORD, T. N. The structural framework of Africa. In: CLIFFORD, T. N.; GASS, I. G. (eds.). *African Magmatism and Tectonics*. Darién: Conn. Hafner, 1970. p. 1-26.
- CONDIE, K. C. Early and Middle Proterozoic supracrustal successions and their tectonic setting. *American Journal of Science*, v. 282, n. 3, p. 341-357, 1982.
- FERREIRA, V. P.; SIAL, A. N.; SANTOS, E. J.; JARDIM DE SÁ, E. F.; MEDEIROS, V. C. Granitoids in the characterization of terranes: the Borborema province, northeastern Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRANITES AND THEIR ASSOCIATED MINERALIZATIONS, 2., 1997. Salvador-BA. *Extended Abstracts and Programe*. Salvador- BA, 1997, p. 197-201.
- FERREIRA, V. P.; SIAL, A. N.; PIMENTEL, M. M.; MOURA, C. A. Intermediate to acidic magmatism and crustal evolution in the Transversal Zone, Northeast Brazil. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. *Geologia do continente Sul-Americano: evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 2004, p. 189-201.
- GOMES, H. A. (org.). *Geologia e Recursos Minerais do Estado de Pernambuco*. Brasília, CPRM/DIEDIG/DEPAT, 198 p. Mapa escala 1/500.000, CPRM (Serviço Geológico do Brasil-SUREG RECIFE), 2001.
- GOMES, P.; PESSOA, R. J. R. Mapa Geológico da Região de Surubim-Pernambuco, escala 1/50.000. Mapa realizado por alunos do curso de Geologia de Campo II, 1982, Curso de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco (inédito), 1982.



- GUIMARÃES, I. P. *The Petrological Evolution and Tectonic Associations of the Bom Jardim Complex, Pernambuco State, NE Brazil*. 1989. 423 f. Tese (Doutorado) - Royal School of Mines, Imperial College, University of London, London.
- GUIMARÃES, I. P.; SILVA FILHO, A. F. Nd-- and Sr-isotopic and U-Pb geochronology constraints for the evolution of the Bom Jardim and Toritama complexes: evidences for Transamazonian enriched mantle under Borborema Tectonic Province, Brazil. *International Geology Review*, v. 40, p. 500-527, 1998.
- GUIMARÃES, I. P.; SILVA FILHO, A. F.; ALMEIDA, C. N.; MACAMBIRA, M. B.; ARMSTRONG, R. U-Pb SHRIMP data constraints on calc-alkaline granitoids with 1.3-1.6 Ga Nd  $T_{DM}$  model Ages from the central domain of the Borborema province, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 31, p. 383-396, 2011.
- GUIMARÃES, I. P.; SILVA FILHO, A. F.; ALMEIDA, C. N.; VAN SCHMUS, W. R.; ARAÚJO, J. M. M.; MELO, S. C.; MELO, E. B. Brasiliano (Pan-African) granitic magmatism in the Pajeú-Paraíba belt, Northeast Brazil: an isotopic and geochronological approach. *Precambrian Research*, v. 135, p. 23-53, 2004.
- GUIMARÃES, I. P.; SILVA FILHO, A. F.; MELO, S. C.; MACAMBIRA, M. B. Petrogenesis of A - type granitoids from the Pajeú - Paraíba belt, Borborema Province, NE Brazil. Constraints from geochemistry and isotopic composition. *Gondwana Research*, v. 8, p. 347-362, 2005.
- HOWELL, D. G. *Principles of Terrane Analysis: new applications for Global Tectonics*. 2<sup>nd</sup> Ed. London: Chapman & Hall, 1995. 122 p.
- LINS, R. C. 1989. *As áreas de exceção do agreste Pernambucano*. SUDENE/PSU/SER., Recife-PE, Série Estudos Regionais, 402 p. (relatório de circulação restrita).
- MEDEIROS, V. C., MEDEIROS, W. E., JARDIM DE SÁ, E. F. Utilização de imagens aerogamaespectrométricas, Landsat ETM+E aeromagnéticas no estudo do arcabouço crustal da porção central do domínio da Zona Transversal, Província Borborema, NE do Brasil. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 29, n. 10, p. 83-97, 2011.
- NEVES, S. P. *Etudes des relations entre magmatisme et zones de cisaillement lithosphériques: exemples des décrochements de Pernambuco et Fazenda Nova - État de Pernambuco - Brésil*. 1996. 242 f. Tese (Doutorado) - Academie de Montpellier, Universidade de Montpellier 2, França.
- NEVES, S. P.; BRUGUIER, O.; SILVA, J. M. R.; BOSCH, D.; ALCANTARA, V. C.; LIMA, C. M. The age distributions of detrital zircons in metasedimentary sequences in eastern Borborema Province (NE Brazil): evidence for intracontinental sedimentation and orogenesis? *Precambrian Research*, v. 175, p. 187-205, 2009.
- NEVES, S. P.; BRUGUIER, O., VAUCHEZ, A., BOSCH, D., SILVA, J. M. R.; MARIANO, G. Time of crust formation, deposition of supracrustal sequences, and Transamazonian and Brasiliano metamorphism in the East Pernambuco belt (Borborema Province, NE Brazil): Implications for Western Gondwana Assembly. *Precambrian Research*, v. 149, p. 197-216, 2006.
- NEVES, S. P.; BRUGUIER, O.; MARIANO, G.; SILVA, M. R. O magmatismo pós-Cariris Velhos, Pré-brasiliano na porção oriental da Província Borborema: implicações tectônicas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 13., 2011. Campinas-SP, *Abstracts...* Campinas, p.148-150 (também em CD-ROM), 2011.
- NEVES, S. P., MARIANO, G., SILVA, J. M. R. Carta Geológica Folha. SB.25-Y-C-IV Surubim. Recife, CPRM (Serviço Geológico do Brasil - SUREG Recife): 2010. Escala 1/100.000.
- NEVES, S. P.; VAUCHEZ, A.; FERAUD, G. Tectono-thermal evolution, magma emplacement, and shear zone development in the Caruaru area (Borborema Province, NE Brazil). *Precambrian Research*, v. 99, p. 1-32, 2000.
- OLIVEIRA, R. G. *Arcabouço Geofísico, Isostasia e Causas do Magmatismo Cenozóico da Província Borborema e de Sua Margem Continental (Nordeste do Brasil)*. 2008. 411 p. Tese (Doutorado) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte Natal.
- RODRIGUES, P. C. G.; CHAGAS, M. G. S.; SILVA, F. B. R.; PIMENTEL, R. M. M. Ecologia dos Brejos de Altitude do Agreste Pernambucano. *Revista de Geografia - UFPE*, v. 5, n. 3, p. 20-34, 2002.
- SÁ, J. M.; BERTRAND, J. M.; LETERRIER, J.; MACEDO, M. H. F. Geochemistry and geochronology of pre-Brasiliano rocks from the Transversal Zone, Borborema province, Northeast Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 8, p. 299-314, 1995.
- SALES, A. O.; SANTOS, E. J.; LIMA, E. S.; SANTOS, L. C. M. L.; BRITO NEVES, B. B. Evolução Petrogenética e Tectônica do Evento Cariris Velhos na Região de Afogados da Ingazeira (PE), Terreno Alto Pajeú, Província

Borborema. *Revista do Instituto de Geociências-USP*, v. 11, n. 2, p. 101-121, 2011.

SANTOS, C. A.; ACCIOLY, A. C. Carta Geológica Folha SC.24-X-B-I Sertânia. Recife, CPRM (Serviço Geológico do Brasil SUREG RECIFE0): 2010. Escala 1/100.000.

SANTOS, E. J. Ensaio Preliminar sobre terrenos e tectônica acrescionária na Província Borborema. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996. Salvador-BA. *Anais...* Salvador-SBG, 1996, v. 6, p. 47-50.

SANTOS, E. J.; FERREIRA, C. A.; SILVA Jr. J. M. *Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba*. Recife: CPRM (Serviço Geológico do Brasil-SUREG Recife) e Secretaria de Minas e Metalurgia da Paraíba, 2002. 142 p.

SANTOS, E. J.; MEDEIROS, V. Constraints from granitic plutonism on proterozoic crustal growth of the zona transversal domain, Província Borborema,

NE Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRANITES AND THEIR ASSOCIATED MINERALIZATIONS, 2., 1997. Salvador-BA. *Extended Abstracts...* Salvador-BA, 1997, p. 237-239.

SANTOS, E. J.; MEDEIROS, V. Constraints from granitic plutonism on proterozoic crustal growth of the Zona Transversal domain, Província Borborema, NE Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 29, p. 73-84, 1999.

SANTOS, E. J.; OLIVEIRA, R. G.; PAIVA, I. P. Terrenos do domínio da Zona Transversal da Província Borborema: controles sobre acreção e retrabalhamentos crustais ao sul do Lineamento Patos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 17., 1997, Fortaleza-CE. *Resumos Expandidos...* Fortaleza-CE, 1997, p. 41-44.

SANTOS, E. J.; VAN SCHMUS, W. R.; KOZUCH, M.; BRITO NEVES, B. B. The Cariris Velhos Tectonic Event in Northeast Brazil. *Journal of South American Earth-Sciences*, v. 29, p. 61-76, 2010.